العلم وأزمنته

فهم الدلالة الاجتماعية للاكتشافات العلمية
(2000 ق . م . - 699 م)

المجلد الأول - الجزء الثانى

تأليف : نخبة من العلماء
ترجمة و تقديم : أيمن توفيق

1961

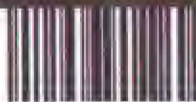
المركز القومى للترجمة

يتكون كتاب "العلم وأزمنته" من سبعة مجلدات، وهذا المجلد الذي بين يدي القارئ هو المجلد الأول ويغطي الفترة الزمنية من 2000 قبل الميلاد إلى 699 ميلادية.

وعلى الرغم من أن المجلد يختص بفترة زمنية بعينها فإن أقسام الكتاب تسير بنظام المقالات المستقلة، فتتناول كل مقالة موضوعًا تغطيه تغطية شاملة من كافة جوانبه. وبذلك تحرر الكتاب من السرد الزمني الذي قد يكون سببًا لملل القارئ وانصرافه عن الكتاب.

ونظام تقديم العلم على صورة مقالات مستقلة عن بعضها له ميزة أخرى، قد تبدو عيبًا في نظر البعض، وهي وجود اختلافات في المعارف، وسببها هو تعدد المؤلفين الذين يتناولون موضوعات متقاربة ولكن من زوايا مختلفة، فكل منهم له وجهة نظره وأفكاره الخاصة كما أن كلا منهم استقى معلوماته من مصادر خاصة به، غير أن ذلك يتفق مع الاتجاه العام الحديث في العلم وهو أنه ليس حكرًا على عالم بعينه يمليه على الآخرين، بل العلم والآراء العلمية هي حصيلة أفكار متعددة تتقارع فيها الحجة مع الحجة ويطرد الثمين الغث وينحيه جانبًا فيبقى على الساحة ما تثبت التجارب صحته، والفائز الوحيد من تلك المعارك الفكرية هو القارئ الذي تتاح له فرصة الاطلاع على آراء متباينة فيُعمِل فيها فكره ويلتقط منها ما يقنعه ويشفي غليله العلمي.

تصميم الغلاف: نهى قاسم



01961

العلم وأزمنته

فهم الدلالة الاجتماعية للاكتشافات العلمية

المجلد الأول (٢٠٠٠ ق.م. - ٦٩٩ م)

الجزء الثانى

المركز القومى للترجمة

تأسس فى أكتوبر ٢٠٠٦ تحت إشراف: جابر عصفور

مدير المركز: أنور مغيث

- العدد: 1961
- العلم وأزمنته: فهم الدلالة الاجتماعية للاكتشافات العلمية
(المجلد الأول ٢٠٠٠ ق.م.- ٦٩٩م)- الجزء الثانى
- نخبة
- أيمن توفيق
- الطبعة الأولى 2015

هذه ترجمة كتاب:

Science and Its Times: 2000 B.C. to A.D. 699 Vol. 1
Understanding the Social Significance of Scientific Discovery
by: Neil Schlager (editor)
and Josh Lauer (associate editor)
Published in the English language by Gale, a Cengage Learning Company (Copyright © 2002)

شارع الجبلاية بالأوبرا- الجزيرة- القاهرة. ت: ٢٧٣٥٤٥٢٤ فاكس: ٢٧٣٥٤٥٥٤
El Gabalaya St. Opera House, El Gezira, Cairo.
E-mail: nctegypt@nctegypt.org Tel: 27354524 Fax: 27354554

العلم وأزمنتــه

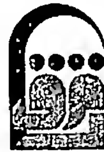
فهم الدلالة الاجتماعية للاكتشافات العلمية

المجلد الأول (٢٠٠٠ ق.م. - ٦٩٩ م)

الجزء الثانى

تأليف : نخبـة من العلمـاء

ترجمة وتقديم : أيمن توفيق



2015

بطاقة الفهرسة

إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية

إدارة الشئون الفنية

العلم وأزمنته : فهم الدلالة الاجتماعية للاكتشافات العلمية المجلد الأول

(٢٠٠٠ ق.م - ٦٩٩ م)- الجزء الثانى

تأليف : نخبة ؛ ترجمة وتقديم : أيمن توفيق .

ط١ - القاهرة - المركز القومى للترجمة، ٢٠١٥

٥٠٤ ص، ٢٤ سم

١- العلوم - تاريخ

(أ) - توفيق، أيمن (مترجم)

(ب) - العنوان ٥٠٩

رقم الإيداع / ٢٠١١/١٧٩٤٩

الترقيم الدولى I.S.B.N. 978 - 977 - 704 - 800-2

طبع بالهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية

المحتويات

الباب الرابع

الباب الخامس

الباب الرابع

العلوم الفيزيائية

سجل زمنى

ح ٦٠٠ ق.م.	طاليس المليطى يُنشئ كلا من الفلسفة والفيزياء الغربيين بمقالة يفترض فيها أن الماء هو المادة الأساسية للكون.
٥٧٠ ق.م.	الفيلسوف الإغريقى أناكسيماندر يسلم بأن السماوات تدور حول النجم القطبى، وأن السماء "كرة" وليست قوسًا فوق الأرض، وأن الفضاء ثلاثى الأبعاد.
ح ٤٥٠ ق.م.	لوسيبوس الفيلسوف الإغريقى يذكر لأول مرة قاعدة السببية – أى إن لكل حادثة سببًا طبيعيًا.
ح ٤٥٠ ق.م.	فيلولاوس الفيلسوف الإغريقى أول من يذكر أن الأرض تتحرك فى فضاء.
ح ٤٢٥ ق.م.	ديموكريتوس، وهو فيلسوف إغريقى ومن تلاميذ لوسيبوس يقرر أن كل المادة تتكون من جسيمات ضئيلة غير مرئية تسمى الذرات، وسوف يستغرق الأمر ٢٢٠٠ سنة قبل أن تستوعب المعارف العلمية ذلك القول.
ح ٣٥٠ ق.م.	أرسطو يقرر أن الأرض تتغير باستمرار، وأن عوامل التعرية وانجراف التربة تسبب تغيرات كبيرة فى جغرافيتها المادية؛ كما يأتى ببراهين رصدية على أن الأرض ليست مسطحة.

ح ٣٠٠ ق.م.	ستراتو الفيزيائى الإغريقى هو أول من يقول بأن الأجسام تتسارع عند السقوط.
ح ٣٠٠ ق.م.	المستكشف الإغريقى بيثياس أول من يرصد ظاهرة المد والجزر علميًا، ويقترح أنها تتأثر بالقمر.
ح ٢٦٠ ق.م.	أريستارخوس الفلكى الإغريقى يقرر أن الشمس وليس الأرض هى مركز الكون، وأن الكواكب تدور حولها؛ ولسوء الحظ، سوف يرفض بطليموس فيما بعد هذا الرأى بمركزية الشمس مفضلاً عليه كونًا متمركزًا حول الأرض، وهى فكرة لم يفندها إلا كوبرنيكوس فى القرن السادس عشر.
ح ٢٤٠ ق.م.	إيراتوستثنيز، الفلكى الإغريقى وأمين مكتبة الإسكندرية، يقوم بقياس رائع فى دقته لحجم الأرض، ويقدر أن محيطها يبلغ طوله حوالى ٢٥٠٠٠ ميل.
ح ٢٢٠ ق.م.	أرشميدس يكتشف قانون الطفو، فقد اكتشف أنه بوضع جسم فى الماء فإنه يفقد وزنًا يساوى بالضبط وزن الماء الذى أزاحه ذلك الجسم.
ح ١٥٠ ق.م.	هيبارخوس الفلكى الإغريقى يبتكر نظامًا لخطوط الطول والعرض، بتكييف فكرة وضعها قبل نحو ١٥٠ سنة ديكيارخوس؛ كما يبتكر أيضًا أول جدول للنجوم، وهو أول من يرصد مبادرة الاعتدالين، ويحسب بدقة طول السنة.
ح ٤٢٥م	المؤرخ البيزنطى زوسيموس أول من يكتشف الفصل الكهربى للمعادن.
٥١٧م	يوهان فيلوبونوس الفيلسوف البيزنطى يقترح نظرية للحركة تستبق نيوتن بتقريره أن الأجسام تستمر فى الحركة فى غياب الاحتكاك بأجسام أخرى أو مقاومتها.

نظرة شـــــاملة
العـلوم الـفيـزيـائيـة مـن ٢٠٠٠ ق.م. إلـى ١٩٩ م

متى بدأت دراسة العلوم الفيزيائية؟ كان السومريون، الذين أقاموا أول حضـارة في بلاد الرافدين (بلاد مـا بين النهـرين، أو مـيـزوبوتـامـيـا) حـوالى سنة ٣٢٠٠ ق.م.، يُحكَمون بواسطة حكومة على شيء من التعقيد، ولكنها تعتبر أن العالم الطبيعي تحكمه آلهة متنوعة. غير أنه بحلول سـنة ٢٠٠٠ ق.م.، تحـولت بلاد الرافدين إلى بابل، وغـدت الرياضـيـات والفلك من مـجـالات البـحث الشـرعـيـة. وكـان بمصـر، التى تأثرت بالفكر البابـلى، مسـتويات مشـابـهة من الرقى العلمـى فى نفس الفـترة التـاريخيـة. وتشـير السـجلات من الـهند إلى فكر فلكى مـعـقـد قبل سنة ١٥٠٠ ق.م. وفى الصين، التى أغـفلهـا مـؤرخـو العلوم طويلاً، عُثر على آثار يتـراوح تـاريـخـهـا بين ١٦٠٠ ق.م. و١٤٠٠ ق.م. تشـيـر إلى رصـد لمذنبـات وسـوبرنـوفـا ومـواقـع نجـوم، وإلى أنظمـة رياضياتية دقيقة.

كان للفلك بداياته الفـجة، ممثلة فى التنجيم، عندمـا أرادت الديانات الوثنيـة أن تفسر حركة النجوم والكواكب وتحدد تأثيرات السمـاوات على الأحداث البشرية. وقد بدأ ذلك فى بلاد الرافـدين القـديمة، ثم انـتـشـر إلى مـصـر وبلاد اليـونان والـهند والشـرق. واستلزم ذلك رصـداً دقيقًا للنجوم والكواكب، وكان نقطة الانطلاق لعلم الفلك ونشأة التقاويم.

الفلسفة الإغريقية المبكرة

فى نـهـاية المطاف انفـصـل الفلك عن التنجـيم، وكـان ذلك إيذانًا بمـيـلاد العلوم الفيزيائيـة. وعـجل الإغريق بذلك بدءًا من طاليس (Thales) (ح ٦٤٠-٥٤٦ ق.م.). ومن

بعده جاء الفلاسفة يودوكسوس (Eudoxus) (ح ٤٠٠-٣٤٧ ق.م.) وأبولونيوس البرجاوى (Apollonius of Perga) (ح ٢٤٠-١٧٠ ق.م.) وهيبارخوس (Hipparchus) (ح ١٣٠ ق.م.)، الذين درسوا الفلك برصد السماوات والتنبؤ بالأحداث والتحقق من النتائج. ووضع رياضياتيان إغريق هما هيراكليس البونتى (Heraclides of Pontus) (٣٨٧-٣١٢ ق.م.) وأريستارخوس الساموسى (Aristarchus of Samos) (ح ٣١٠-٢٣٠ ق.م.)، فرضية كون يتمركز حول الشمس وفيه تدور الكواكب حول الشمس. كما قَسَّم الفكر اليونانى العالم المادى إلى عالمين، عالم سماوى علوى وعالم أرضى سفلى. وترتب على هذا التقسيم للطبيعة تقسيم الفيزياء إلى فرعين: علوم الأرض والفلك.

تناول فيثاغورس (Pythagoras) (مات ح ٤٩٧ ق.م.) هذا التقسيم بمزيد من التفصيل، وكذلك أفلاطون (ح ٤٢٧-٣٤٧ ق.م.) الذى رأى الكمال فى الحركات الدائرية للأجرام السماوية. ومن جهة أخرى، كان يُنظر إلى الحركات الأرضية بوصفها مستقيمة الخطوط ومنقوصة وقابلة للفساد، مثل كل شىء فى هذا المجال. وكان أرسطو (٣٨٤-٣٢٢ ق.م.)، وهو واحد من أعظم فلاسفة الإغريق القدامى، كان يؤمن بأن الكون ينقسم إلى ٥٥ كرة متراكزة، أى تدور حول مركز واحد هو الأرض.

كما عَرَّف أرسطو أيضًا العلوم الطبيعية ونظمها وجزأها فى أربعة فروع: هى السماوية (De caelo et mundo)، والأرضية، أى علوم الأرض، والكيمياء (Meteorologica)، والفيزياء (De physica)، والطبيعة العضوية (De generatione and corruptione). وكان يؤمن، على غرار إمبيدوكليس (Empedocles) (ح ٤٩٢- ح ٤٣٢ ق.م.)، بأن العناصر الأربعة، النار والتراب والهواء والماء، هى أساس كل المادة، رافضًا نظرية لوسيبوس (Leucippus) (القرن الخامس ق.م.) وديموكريتوس (Democritus) (ح ٤٧٠-٣٨٠ ق.م.) بأن الذرات (atoms من الكلمة اليونانية atomos التى تعنى غير القابلة للتدمير) هى لبنات بناء الطبيعة.

ثيوفراستوس (Theophrastus) (ح ٣٧٢-٢٨٧ ق.م.)، وهو فيلسوف إغريقي ومن تلاميذ أرسطو المخلصين، خَلَفَ أستاذه معلمًا ومديرًا لليسيوم (Lyceum) في أثينا. وعلى الرغم من ضياع الكثير من أعماله، فإن العديد منها بقي، سواء بصورة كاملة أو جزئية، بما فيها "تاريخ الفيزياء" (History of Physics) وتسع مقالات في علوم الفيزياء، مثل "حول الصخور" و"حول النار" و"حول الرياح".

وصلت علوم الكون إلى ذراها على يد بطليموس (ح ١٠٠-١٧٠م) في كتابه "البناء الرياضياتي" (mathematike syntaxis) أو "المجسطي"، كما صار يعرف على مر القرون. وقد وسع بطليموس من مجال رؤية أرسطو، بافتراضه أن الكواكب تدور في "أفلاك تدويرية"، [دائرة صغيرة يدور مركزها على محيط دائرة أكبر منها]، وهي مدارات دائرية تتبع مسارات الأجسام الكروية؛ وأحيانًا كان الظن أن أفلاك التدوير نفسها تتبع أفلاكًا تدويرية.

وعلى شاكلة غيرها من علوم الأرض، بدأ علم المساحة أو الجيوديسيا (علم حسابات حجم الأرض وشكلها وتحديد المواقع على سطحها)، وكذلك الجغرافيا على يد الإغريق. واعتنق كلٌ من أفلاطون وأرسطو فكرة كروية الأرض. كما كتب أيضًا إيراتوسثنيز (ح ٢٧٦- ح ١٩٦ ق.م.)، أول من حسب طول محيط الأرض، مقالة منهجية في الجغرافيا. واحتوى "الجغرافيا" وهو العمل العظيم الثاني لبطليموس، على خرائط معاصرة للعالم القديم وتفحص في احتمالات الحياة عند خط الاستواء وفي نصف الكرة الجنوبي وفي الأجزاء المقابلة الواقعة على الجهة المقابلة من الكرة الأرضية، وهي أفكار لم تكن مقبولة على نطاق واسع وقتئذ.

ولم تُدرس العلوم الفيزيائية الأرضية بنفس القدر من الاهتمام مثل ميكانيكا الأجرام السماوية، ولكن ثمة منطقتين نالتا اهتمامًا خاصًا هما البصريات (أو المنظور) والاستاتيكيات (علم السكونيات)، [وهو فرع من الميكانيكا يعنى بدراسة الأجسام الساكنة]. وكتب كلٌ من إقليدس (ح ٣٠٠ ق.م.) وأرسطو وأرشميدس (ح ٢٨٧-٢١٢ ق.م.)، كتبوا كلهم عن البصريات؛ كما وضع أرشميدس أيضًا أسس

علم الهيدروستاتيكا [علم توازن الموائع]، وهو عمل خُلد بالوحى المزعوم الذى أتاه فى حوض الاستحمام.

العلوم الرومانية والقروسطية

مع مرور القرون تمت تصفية العلوم الإغريقية فى مصفاة الفكر التطبيقى العلمى للرومان، الذى جمع بين علوم إغريقية غير مكتملة وحب استطلاع يتناول الطبيعة. ومن بين أهم الأعمال من هذا النوع كتابات الشاعر ماركوس مانيليوس (Marcus Manilius) (اشتهر ٤٠ ق.م. إلى ٢٠م)، وأمبروسيوس ثيودوسيوس ماكروبيوس (Ambrosius Theodosius Macrobius) (٣٩٥–٤٢٣ م)، ومارتيانوس كابيلا (Martianus Capella) (ح ٤١٠– ح ٤٢٩ م) وجايوس جوليوس هيجينوس (Gaius Julius Hyginus)، أمين مكتبة البلاط فى روما (ح ٦٤ ق.م.–١٧ م). وثمة مجموعة علمية أكثر عمومية هى Noctes Atticae التى كتبها أولوس جيليوس (Aulus Gellius) (ح ١٢٣–١٧٠ م) وتحتوى على شذرات من أعمال ضائعة كثيرة. وأتت أعمال أصلية مبتكرة من بعض مشاهير الرومان مثل لوشيوس أنايوس سنيكا (Lucius Annaeus Seneca) (ح ٤ ق.م.–٦٥ م)، الذى كتب كتابًا بعنوان "أسئلة فى الطبيعة"، وبلينى الأكبر (Pliny the Elder) (٢٣–٧٩م)، مؤلف كتاب "التاريخ الطبيعى"، وهو أول موسوعة مرجعية فى علوم العالم القديم، والذى استمر تأثيره الكبير حتى القرن السادس عشر.

كان لانتشار المسيحية فى القرن الرابع أثر كبير فى تفاقم الشكوك حول العلوم الإغريقية وعلاقتها بالتنجيم الوثنى. وبنهاية القرن الخامس تلاشت المعرفة باللغة اليونانية وعلومها فى الإمبراطورية الرومانية. غير أن الأفلاطونيين الجدد المسيحيون جاءوا بنوع من البديل المؤقت فى هذا الموقف. ولما كانوا يمثلون آخر بقايا الفلسفة اليونانية الأصيلة، فقد استعاروا من مجال الفلسفة اليونانية، مُركِّزين على منهج

أرسطـــو ومنطقه. واستـسلمت مـدارس الأفـلاطـونيـة الجديدة، المسيـحـيـة منها وغير المسـيحية، للاهوت المسيحى استسلامًا تامًا، وهـو خيار استمر حتى القرن السابع عشر.

كان أول داعية مهم من دعاة الأفلاطونية الجديدة فى الدمج المسيحى بين العلوم القـديمة واللاهوت المسيـــحى لاهـوتيًا وعـالمًا بالتـوراة يسـمى أوريجـن (Origen) (ح ١٨٥- ح ٢٥٤م)، وكان حسن الاطلاع على المعارف الإغريقية السائدة فى الفلك، بما فيها مبادرة الاعتدالين وغيرها من العلوم اليونانية. وفى حوالى سنة ٣٠٠ م ترجم عـالم يونانى يسـمى خـالسـيـديوس (Chalcidius) المحـاورة الأفـلاطونيـة "تيـمـايوس" (Timaeus) إلى اللاتينية؛ وهى التى قُدر لها أن تبقى الوحيدة من نوعها لمدة الثمانمئة عـام التـاليـة. دافع القـديس أوغـسطين (Saint Augustine) (٣٥٤-٤٣٠م) عن العلوم التجريبية ضد الخطاب التوراتى القائل بحرفية العقيدة، وأسهم أوغسطين فى ترسيخ تأثير أفلاطونى جديد بالغ العمق أثناء العصور الوسطى، مما مـهد الطريق أمام تقبل الكنيسة القروسطية للعلوم اليونانية، وأرسطو على وجه الخصوص.

وقد حفظ عـدد غير قليل من مفكرى القرون المبكرة الأعمال الإغريقية القديمة من الاختفاء، بترجـمة الأعمال العلمية وتجميع التعليقات الموسـوعية عليـها. ومن بين أهم هـؤلاء كان المسيـحى أنيسـيوس مـانليـوس سفـرينوس بوثـيـوس Anicius Manlius Severinus Boethius) (ح ٤٨٠-٥٢٤م)، وهو من أتباع مـذهب الأفـلاطونيـة الحديثة وترجـم كل أعمال أرسطو إلى اللاتينية. وبعد بوثيـوس جاء كاسـيودوروس (Cassiodorus) (٤٨٠-٥٧٥) وإيزيدور القـرطبى (Isidore of Seville) (٥٦٠-٦٣٦)، وهما راهب وأسقف على التوالى. كان هؤلاء الرجال من الجامعين الموسوعيين للمعرفة وحـافظوا على الكثيـر من النصـوص القديمة فى وقت كـانت الحضـارة تتـداعى من حـولهم. وكـتب الأفـلاطونيـون الجـدد من القـرن السـادس من أمـثـال أمـونيـوس (Ammonius) (اشـتـــهـر ٥٢٢) ويوحـــان فـــيلوبونـــوس (Johannes Philoponus) (ح ٤٩٠-٥٧٠) وأولمبيودوروس (Olympiodorus) (اشتهر ٥٣٠)، كتبوا تعليقات على

كتابات أرسطو فى الأرصاد الجوية والفلك والفيزياء، كاشفين عن اطلاعهم على الرقى العلمى اليونانى المبنى على الرصد والملاحظة، وأضافوا بعضًا من التفكير السليم، الذى كانت الأوضاع فى أشد الحاجة إليه، إلى تعليقاتهم ونقدهم.

علوم الشرقين الأدنى والأقصى

نشأ التفكير العلمى فى الشرق فيما بعد، فى حوالى القرن الأول الميلادى، لكنه لحسن الحظ لم يعانِ من الجَيَشان الذى عطل التقدم فى الغرب. ويضاف إلى ذلك أن العلوم الصينية بدت عليها مظاهر انضباط صارم شديدة الاختلاف عن جدلية التراث اليونانى. وفى تلك الفترة وضع العالم الصينى المهم زانج هِنج (أو تشانج هِنج أو هونج، ٧٨-١٣٩) خرائط للنجوم والمذنبات، وابتدع ما يمكن اعتباره أول آلة سيزموجرافية. وثمة شخصية مهمة أخرى هى الفلكى تساى يونج (ح ١٩٠) الذى وضع التقويم الصينى. وفى الهند بدأ الفلك ينتعش حوالى سنة ٢٠٠ ق.م. ومن بين الفلكيين الهنود كان أريابهاتا (Aryabhata) (٤٧٦-٥٥٠) الذى تحدث عن دوران الأرض، وفاراهاميهيرا (Varahamihira) (٥٠٥-٥٨٧) الذى وضع خلاصة وافية للفلك المصرى واليونانى والرومانى والهندى، وبراهماجوبتا (Brahmagupta) (٥٩٨-٦٦٨) الذى ابتكر طرق الجبر لحساب الحركات واقتران الكواكب وخسوفات الشمس والقمر.

وطوال ما يقرب من ثلاثة آلاف سنة دار فيها تطوير الأفكار الأصيلة للطبيعة المادية فى الغرب والشرق، وانتهت فى النهاية إلى وضع أسس اتَّبَعتها كل علوم الفيزياء. وكان ذلك ميراثًا ثريًا يثير الإعجاب إلى يومنا هذا بوصفه تواصلاً عصريًا لجهد فكرى فريد من نوعه فى حوليات الحضارة.

وليم مكبيك (WILLIAM MCPEAK)

إسهامات ما قبل السقراطيين

نظرة شاملة

بدأ ما نطلق عليه مصطلح "فلسفة" بفلاسفة "ما قبل السقراطيين"، وهم مفكرون إغريق من ٦٠٠ إلى ٤٠٠ ق.م. سبقوا سقراط (٤٦٩-٣٩٩ ق.م.) وتكهنوا عن نشأة الأشياء ونظام الكون. وبنوا على المعارف العملية التى اكتسبها جيرانهم المصريون والبابليون فى الشرق وتعدوها، ونبذ هؤلاء الفلاسفة الأسطورة السائدة أن الكون تحكمه آلهة وشياطين مفضلين عليها أفكاراً عقلانية تسيطر على الكون فيها قوانين عامة وقابلة للاكتشاف. وتعبير "ما قبل السقراطيين" هو تعبير مضلل قليلاً، لأن سقراط كان حيًا حتى ٤٠٠ ق.م. تقريبًا وقادرًا على مجادلة فلسفات ما قبل السقراطية، التى كان يعتبرها أدنى منزلة من شئون السياسة والأخلاق الشخصية. وعلى ذلك فإن مصطلح "ما قبل السقراطية" لا يستعمل بمعناه الحرفى وإنما يدل بصورة فضفاضة على طريقة بعينها للنظر إلى الأشياء. ولم يترك فلاسفة ما قبل السقراطية أية وثائق مكتوبة. وما نعرفه عنهم نعرفه من خلال كتابات فلاسفة أتوا بعدهم مثل أرسطو (٣٨٤-٣٢٢ ق.م.).

الخلفية

أول فيلسوف غربى معروف هو طاليس المليطى (Thales of Miletus) (ح ٦٣٦-ح ٥٤٦ ق.م.). وألهمت تساؤلاته حول أصل الكون وطبيعته آخرين ليفكروا بصورة مماثلة. وعُرفت هذه المجموعة باسم المدرسة المليطية (Milesian school)، نسبة إلى

المدينة المزدهرة على الشاطئ الآسيوى حيث كانوا يعيشون. وكان السؤال المحورى عند ما قبل السقراطيين هو: مم صُنع الكون؟ قرر طاليس أن عنصراً وحيداً يكمن خلف تنوع الطبيعة، وأن هذا العنصر، طبقًا لما قاله، هو الماء. وكان يؤمن بأن الأرض قرص مسطح يطفو فوق بحر سرمدى، وهو أمر منطقى بالنظر إلى أن الماء هو العنصر الأساسى. وكان السؤال الذى على نفس الدرجة من الأهمية هو طبيعة الحركة. وكان طاليس يؤمن بأن الروح هى سبب الحركة، وأن ذلك ينطبق على الكون بأكمله، مما حدا به أن يعلن أن "كل شيء مليء بالآلهة".

قام معاصر لطاليس هو أناكسيماندر (Anaximander) (ح ٦١١- ح ٥٤٧ ق.م.)، بتعريف المادة الأولية بأنها كتلة لا شكل لها تسمى "أبيرون" (apeiron)، من كلمة يونانية بمعنى لانهائية. وكان الأساس الذى استند إليه أن الماء مادة شديدة الخصوصية بحيث تعجز عن التفكك إلى كل أنواع الأشياء الموجودة فى العالم. كما كان أناكسيماندر يؤمن أيضًا بوجود قانون طبيعى يمارس عمله فى العالم، بحيث يحافظ على التوازن بين العناصر المختلفة. واقترح أن الحياة نشأت من الماء، وأن الإنسان تطور من الأسماك. وكان أناكسيمينيس (Anaximenes) (ح ٥٧٠- ح ٥٠٠ ق.م.) تلميذاً لأناكسيماندر وكان يؤمن بأن الهواء هو العنصر الأساسى فى الكون. والأشياء المختلفة هى ببساطة درجات مختلفة من كثافة عنصر واحد أساسى - مثل التكثيف أو الخلخلة.

هاجر فيثاغورس (ح ٥٨٢- ح ٥٠٧ ق.م.) من جزيرة ساموس فى بحر إيجه إلى جنوب إيطاليا سنة ٥٢٩ ق.م.، حيث أنشأ طائفة صوفية. وكان أتباعه يُطلق عليهم الفيثاغوريون. وكان فيثاغورس هو الذى صاغ كلمة "فلسفة". وكان الفيثاغوريون يُعلِّمون أن الأرواح يمكن أن تنتقل إلى الحيوانات بل حتى إلى النباتات. كما كانوا يُعلِّمون أيضًا أن الأعداد تشكل الطبيعة الحقيقية للأشياء، وبالتالى فإن كل العلاقات يمكن التعبير عنها عدديًا. كانت التعاليم الفيثاغورية مزيجًا شاذًا بين العلم والصوفية فرض على أعضائها قواعد أخلاقية زاهدة وقواعد غذائية (لم يكن مسموحًا لأعضاء

الجماعة أكل الفول) لتطهير أرواحهم تمهيداً للتجسد التالى. وعلى الرغم من ذلك كان الفيثاغوريون رياضياتيين مهرة. وتركت النظرية الفيثاغورية (التى تقرر أن مساحة المربع المقام على وتر المثلث قائم الزاوية تساوى مجموع مساحات المثلثين المقامين على الضلعين الآخرين)، تركت أثراً على الهندسة الإقليدية المبكرة. غير أن فيثاغورس كان إيمانه أقوى مما يجب بقوة الأعداد، وبنهاية القرن الخامس ق.م. هاجمت جماهير غاضبة من الغوغاء الفيثاغوريين لتدخلهم فى تعاليمهم الدينية الراسخة وأجبرتهم على الفرار.

وفى بادئ الأمر صاغ فيثاغورس نظريته عن الأعداد بعد اكتشافه أن العلاقة بين النغمات الموسيقية يمكن التعبير عنها بنسب عددية. وقاده هذا الاكتشاف لأن يستنتج أن الكون به تناغم كونى، كان الكشف عن تركيبته من مهمة الفلسفة. والشيء الذى رأى فيه فيثاغورس تناغماً لم يجد فيه هيراكليتوس الإفيسوسى (Heraclitus of Ephesus) (ح ٥٣٥- ح ٤٧٥ ق.م.) إلا تدفقًا وتغيراً متواصلاً. والتغير كان هو الحقيقة الوحيدة والثبات والاستقرار وهم وخيال. وقرر أن "كل شيء يتدفق ولا شيء يبقى على حاله". غير أن هيراكليتوس كان يعتقد أيضًا أن ضرباً من العدل الكونى يُبقى الكون فى حال من التوازن، وأطلق على ذلك العدل الكونى "العقل الكونى" (Logos)، أو الرب. وبالنسبة لهيراكليتوس، كان العنصر الأولى فى الكون هو النار، وعَرَّف الحياة واقتنع بها بالحجة والمنطق.

وأصر بارمينيدس الإيلياوى (Parmenides of Elea) (ولد ح ٥١٥ ق.م.) على أن العالم المتغير هو الوهم والخيال. جادل بارمينيدس، وكان أصغر من هيراكليتوس بخمس وعشرين سنة، بأن العقل والمنطق أرقى منزلة من البراهين المستندة إلى الأحاسيس. وكان يُعلِّم أن الوجود ثابت لا يتغير، وغير قابل للتجزئة، ولا يتحرك. ولما كان العالم الذى نشاهده عالمًا متغيراً فإنه لا يحتوى على الحقيقة ومن ثم لا بد أن يكون وهماً. واستخدم بارمينيدس نفس المنطق للقضاء على احتمالات التوالد والتدمير والحركة. وكان زينو الإيلياوى (Zeno of Elea) (ح ٤٩٠- ح ٤٣٠ ق.م.) ومليسوس

الساموسى (Melissus of Samos) (اشتهر ٤٤٠ ق.م.) من أتباع بارمينيدس. وكرس زينو نفسه للدفاع عن أفكار بارمينيدس بالتأكيد على مدى سخف وجهة النظر المضادة فى سلسلة من المجادلات شملت سلاحف وسهامًا وكتلاً متحركة. وتعرف هذه المجادلات باسم "مفارقات زينو".

ولا يمكن أن يكون كلٌ من التغير والثبات أوهامًا، وحاول إمبيدوكليس الأكراجاسى (Empedocles of Acragas) (ح ٤٩٥- ح ٤٣٥ ق.م.) أن يوفق بين آراء هيراكليتوس وبارمينيدس. فاقترح إمبيدوكليس أن هناك أربعة عناصر أساسية هى النار والهواء والماء والتراب. وهى منتهى جذور الأشياء ولا يمكن أن تتغير أو تُدَمَّر. لكنها باجتماعها تشكل العالم المتغير الذى تدركه حواسنا. ولما كانت العناصر الأساسية الأربعة لا تحرك نفسها فإن إمبيدوكليس افترض أن التناسق والتنافر يجعل العناصر المختلفة تنجذب سويًا أو تتباعد عن بعضها. وكان بذلك أول من يطلق عليهم التعدديين.

تبنى أناكساجوراس (Anaxagoras) (ح ٥٠٠- ح ٤٢٨ ق.م.)، الذى يُعزى إليه فضل نقل مقر الفلسفة إلى أثينا، تبنى نوعًا متطرفًا من التعددية. وكان رأيه أن الأشياء المادية تنتج من مزج كِسرات ضئيلة من مواد عديدة. وتتشكل الكسرات بواسطة شىء أطلق عليه أناكساجوراس اسم العقل أو المنطق، الذى يعرف كل الأشياء ويمتلك كل القوى، وهو مصنوع من مادة مختلفة عن المواد التى تصنع بقية العالم. وفى البداية كان الكون كتلة غير متمايزة وسرمدية لانهائية. ومن هذه الكتلة صنع العقل كل الأشياء التى وُجدت. وكان أناكساجوراس يؤمن بأن الشمس هى حجر أبيض ساخن، وأن القمر مصنوع من تراب يعكس أشعة الشمس. وبسبب هذه المعتقدات اتهم بالإلحاد وتم نفيه.

ظهرت النظرية الذرية (atomism) لأول مرة فى القرن الخامس ق.م. وتقدم بها لوسيبوس (Leucippus) (الذى لا نعرف عنه شيئًا) وتلميذه ديموكريتوس (Democritus (ح ٤٦٠- ح ٣٧٠ ق.م.). وافترض الذريون، أى المؤيدون لها، أن الكون يتكون من

العديد من جسيمات بالغة الضآلة وغير قابلة للانقسام ومكونة من نوع وحيد من المادة فى حركة دائمة. وكلمة "أتوما" (Atoma) معناها غير القابلة للتقطيع. وهذه الأجسام موجودة فى أحجام وأشكال مختلفة، ثم تصطدم وتتشابك ببعضها فى الفضاء. وهى تتجمع سويًا فى دوامة، ويتكون الكون على نظام الأجسام الساقطة – الأجسام الأكبر حجمًا والأثقل وزنًا قرب المركز والأصغر والأخف قرب الأطراف. ولم يقترح الذريون الأوائل سببًا مستقلاً للحركة. وتتكون الحواس مثل حاسة النظر وحاسة التذوق عندما تتفاعل سويًا ذرات الأشياء الخارجية مع الذرات داخل أجسامنا.

التأثير

الفلسفة هى أعظم إنجاز منفرد للإغريق، وقد وُلدت على يد ما قبل السقراطيين. وكان إسهامهم لأوروبا، ومن ثم للعالم بأسره، هو الإيمان بأنه من الممكن أن نتخلى عن أساطير القرون ونتوصل إلى تفسير متماسك ومنطقى لنشأة الكون وطبيعته. وفيما بعد، سوف يطبق أفلاطون (? ٤٢٧-٣٤٧ ق.م.) الأفكار العقلانية التى بدأها ما قبل السقراطيين فى مسألة كيف ينبغى للمرء أن يعيش.

نشأت الفلسفة فى بلاد اليونان من اجتماع عدة عوامل. فقد كانت مدينة مليتوس مركزًا تجاريًا صاخبًا ومزدهراً، وأتيح للمواطنين الأثرياء الوقت للتفكير. وكانت التركيبة الأساسية للديمقراطية موجودة، وكانت اللغة تصلح للوصف الدقيق، وكان الإغريق رحالة نشيطين، مما سهل من تبادل التلاقح الفكرى. ومن الطبيعى أن الناس لم ينبذوا آلهتهم بين يوم وليلة، وبقيت جيوب من اللاعقلانية والخرافات. وفى الحق، كان إنكار وجود الآلهة يعتبر تجديفًا فى بلاد اليونان فى القرن الخامس ق.م.

وقد ترك ما قبل السقراطيين، سواء على المستوى الفردى أو كجماعة، أثرًا مثيرًا للإعجاب. وكان طاليس أول من استغنى عن الأساطير فى تفسير طبيعة العالم المادى. ولم يكتف أناكسيماندر بأن يكون أول من يحاول تفسير كل سمات العالم

بالتفصيل، وإنما كان لأفكاره عن كل ما هو غامض وغير محدد صدى بعد قرون في مفاهيم استحالة تدمير المادة، وكانت أفكاره عن تطور الإنسان بشيراً بنظرية التطور. وتنبأ أناكسيمينيس بأسلوب العلم الحديث الذى يهدف إلى تفسير الاختلافات النوعية كميًا. وإضافة إلى تأثيراتهم على الهندسة الإقليدية المبكرة، أسهم الفيثاغوريون إسهامات مهمة في الطب والفلك وكانوا أول من علَّم أن الأرض كرة تدور حول نقطة ثابتة.

ولزام علينا أن نشكر بارمينيدس لإثباته قوة البرهان المنطقى فى الإثبات، وزينو لكونه أول من يستخدم المنهاج الجدلى. ولا تزال مفارقاته تثير الاهتمام بين فلاسفة اليوم ورياضياتيه. أما تفاسير إمبيدوكليس لطبيعة التغيرات المتصوَّرة فقد أرست مبدأ صار جوهريًا فى الفيزياء. وكانت تعليلات ديموكريتوس الذرية للعالم المادى أكثر تطرفًا وعلميةً من أى شىء قبله.

جيزيل فايس (GISELLE WEISS)

لمزيد من القراءة

Brumbaugh, Robert S. The Philosophers of Greece. New York: Thomas Thomas T. Crowell, 1964. Guthrie, W. K. C. A History of Greek Philosophy. 2 vols. Cambridge: Cambridge University Press, 1965.

Kirk, G., J. Raven, and M. Schofield. The Presocratic Philosophers. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.



ديموكريتوس، فيلسوف إغريقى من القرن الخامس ق.م.

النظريات الإغريقية المبكرة عن المادة
ما قبل السقراطيين إلى الرواقيين

نظرة شاملة

فيما بين القرنين السادس والثالث ق.م. اقترح الفلاسفة الإغريق الكلاسيكيون نظريات عديدة خاصة بالتركيبة المادية للكون، ثم ظهرت نظريات الذريين وأرسطو (٣٨٤-٣٢٢ ق.م.) والرواقيين كبدائل رئيسية. وعلى الرغم من أنها وضعت الأسس الفكرية للتطور اللاحق للكيمياء والفيزياء الغربية، إلا أن الهدف الأولى لم يكن إعطاء تعليل علمى بالمعنى الحديث، وإنما لتقدم إجابات عن أسئلة فلسفية تتناول طبيعة الحقيقة، والتيقن من المعارف، وصياغة المبادئ الأخلاقية.

الخلفية

على غرار النظريات الكونية للحضارات القديمة الأخرى، كانت النظريات الإغريقية المبكرة والخاصة بالكون حكايات أسطورية تتناول خلق الآلهة للكون. غير أنه حدث حوالى سنة ٦٠٠ ق.م. أن نشأت أعراف من الفكر التأملى التى، وإن لم ترفض الدين، كانت تهدف إلى التوصل إلى تفسيرات مترابطة منطقيًا فى تعبيرات لا أسطورية. ولسوء الحظ، فقدت كل كتابات فلاسفة ما قبل السقراطية وكذلك كتابات كل من تناولوا التاريخ الطبيعى من الرواقيين. وعلى الرغم من محاولات العلماء إعادة بنىً تخمينيةٍ لآرائهم، بنوها على ما بقى من اقتباسات متناثرة من أعمالهم، وملخصات ونقد لأفكارهم قام بها أرسطو وغيره من المعلقين، إلا أن الكثير من التفاصيل الجوهرية لا زال محل نقاش وجدل.

وبالرغم من بعض الاختلافات الجذرية فى الرأى فإن الفلاسفة (ومعناها محبو الحكمة) الإغريق كانوا جميعًا مؤمنين بأن الكون له نظام أساسى (كوزموس = نظام)، يمكن أن يتوصل إليه العقل البشرى من خلال استخدام المنطق والإدراك الحسى. كما افترضوا أيضًا مبدأين منطقيين أولين هما قانون التماثل والمطابقة (أ = أ) وقانون عدم التناقض (أ\ ± ليست –أ). وحددت هذه المبادئ الثلاثة مجتمعةً الأسئلة الأساسية التى طرحها الفلاسفة حول تكوين وتركيبة النظام الطبيعى. مم صُنع الكون؟ وما هى تركيبته؟ وهل هو أبدى سرمدى أم له بداية ونهاية؟ وكيف يمكن التعرف على الأجسام والأحداث المختلفة، والتمييز بينها، والتوصل إلى العلاقة بينها؟ وهل الفضاء والزمن والأشياء المادية حقيقية، أم أنها مجرد تصورات وهمية؟

كانت تلك الأسئلة تستهدف معالجة مشكلتين رئيسيتين. كانت أولاهما تسمى "الواحد والكثير". فإذا كان الكون واحدًا، أو هو الوحدة، فكيف إذًا نشأت الأشياء أو الأحداث المختلفة؟ ولكنه إذا كان يتكون من أشياء كثيرة فكيف تكون لها وحدة أو تركيبة؟ أما المشكلة الثانية فتتعلق بالاستمرارية والتغير. فإذا كان شيءٌ أو حدثٌ هو نفسه، ولا يمكن أن يكون شيئًا آخر، فلماذا يبدو أن الأشياء تتغير إلى أشياء أخرى، وكيف يتم ذلك؟ فإذا كان التغير حقيقة، فلماذا يبدو أن لأى شىء وجود ثابت متميز؟ وكيف يمكن لأى شخص أن يتأكد من كنه أى شيء، إذا كان عرضة للتغير؟ وكيف يمكن تمييز الحقيقة من المظهر، والدائم من المؤقت؟

كان الفلاسفة الإغريق الأوائل جميعًا من الأحاديين الذين يؤمنون بأن الكون وحدة واحدة مكونة من عنصر وحيد؛ غير أنهم اختلفوا بضراوة على طبيعة تلك المادة وكنهها. والمعلومات الموثوق بها عن طاليس المليطى (؟ ٦٢٤– ؟ ٥٤٧ ق.م.) قليلة، وهو أول فيلسوف غربى معروف بالاسم، سوى أنه أكد أن كل شىء مصنوع من الماء وأن "كل الأشياء مليئة بالآلهة". ويفترض أنه كان يقصد أن الماء عنصر جوهرى شامل، يشاهد فى صور غازية وسائلة وجامدة، على صورة بخار وماء وثلج، وتحولاته تقوم شاهدة على قوى موحية كامنة فيه.

أما خليفته أناكسيماندر (ح ٦١٠- ح ٥٤٥ ق.م.) فتتوفر عنه معلومات أكثر، رغم أن كل ما بقى منه هو اقتباس وحيد: "من بين تلك الأشياء، حيث نشأت الأشياء الموجودة، وفيها أيضًا يتم تدميرها، بما هو حق ومستحق؛ لأنها تُكَفِّرُ لبعضها البعض عن الظلم الذى تمارسه ". وقرر أناكسيماندر أن الكون مكون من مادة أساسية واحدة سرمدية ومقدسة تسمى "أبيرون" أو "غير المحدودة" (apeiron)، التى تحتفظ بين طياتها بكل الأشياء. ومن "أبيرون" تَوَلَّدَ زوج من الأضداد البدائية، السخونة والبرودة، نتج عن تفاعلها نشأة العناصر الرئيسية (الماء والهواء والنار) والقوى والسمات المتعارضة (مثل ساخن - بارد، وجاف - رطب، وثقيل - خفيف، وخشن - أملس، وساطع - داكن). وتسبب التوتر بين تلك الأضداد فى أن الكون يمر فى دورات متكررة من النشوء والدمار، نتيجة لسيطرة واحد أو آخر من الأضداد. كما استخدم أناكسيماندر أيضًا تلك الأضداد لتفسير الظواهر الجوية (الرياح والبرق والرعد)، واقترح نموذجًا مفصلاً للنظام الشمسى.

وكان ثالث الفلاسفة المليطيين هو أناكسيمينس (Anaximenes) (اشتهر ح ٥٤٥ ق.م.)، والذى اقترح أن الهواء هو العنصر الكونى الشامل، كما توضح ذلك مقولته الوحيدة التى بقيت: "مثلما تحفظنا الروح، المكونة من الهواء، متماسكين، كذلك تحيط النسمات والهواء بكل الكون". وعلى النقيض من "ماء طاليس" و"أبيرون أناكسيماندر"، لا يُقصد "بالهواء" هنا العنصر المسبب المجرد وإنما المادة الفيزيائية الشائعة. فالهواء يشمل كل الأشياء وتتشكل منه كل الأشياء، حتى الآلهة وأرواح الأشخاص العائشين. والهواء، بوصفه فى حالة حركة دائمة، تنتج عنه أشياء طبيعية وأحداث مختلفة بواسطة مراحل متتالية من عمليات الخلخلة (مما يولد النار) والتكثيف (ينتج عنها الماء والتراب).

أما المفكران العظيمان التاليان من مفكرى الأحادية فقد تعارضت مواقفهما بصورة تركت أثرها على خلفائهما لقرون. فكان هيراكليتوس الإفيسوسى (Heraclitus of Ephesus) (? ٥٤٠- ? ٤٨٠ ق.م.)، الذى لم يتبق من كتاباته إلا

حوالى ١٢٥ حكمة ملغزة، كان يرى أن النار هى العنصر الشامل العام وهى توحى بالمبدأ المقدس: "كل الأشياء هى تبادل بين النار وكل شىء". والواحد الكونى الأبدى الذى لم يُخلق هو النهج - وهو تدفق دورى من التغير الدائم، "نار خالدة تشتعل بحساب وتنطفئ بحساب"، ويحكمها اللوجوس، أو المبدأ المادى للصراع بين الأضداد المرتبطة، والذى تضمن تحولاتها الاستمرارية والاستقرار والتوازن للكل: "النار تعيش بعد موت التراب، والهواء يعيش بعد موت النار، والماء يعيش بعد موت الهواء، والتراب يعيش بعد موت الماء". وتتطابق هذه العناصر الأربعة تقريباً مع المفاهيم الحديثة للطاقة وأحوال المادة من غازية وسائلة وجامدة. وتزودنا الحواس بمعارف موثوق بها، ولكن العقل لا بد له أن يفسرها، إن أريد لمظاهر الاستمرار ألا تخدع: "أولئك الذين يخوضون فى نفس الأنهار، التى تجرى فيها مياه دائمة التغير".

غير أن بارمينيدس الإلياوى (Parmenides of Elea) (٥١٥؟-٤٥٠؟ ق.م.)، يرى أن الواحد الكونى - الذى لم يحدد طبيعته، رغم أنه يذكرنا بأبيرون أناكسيماندر - ليس فقط لم يخلق وخالداً ومستمراً وضرورياً فحسب، وإنما لا يتغير وغير قابل للتغير ولا ينقسم إلى أجزاء ملموسة وكامل فى ذاته وبذاته. ومن مجادلاته يأتى المبدأ الشهير بأن "العدم لا ينتج منه إلا العدم". وكل مظاهر التغير، بما فيها الزمن والحركة، أوهام وخيالات؛ والحديث المألوف العادى والحواس لا يمكن الوثوق بها؛ والعقل وحده هو مصدر المعرفة الحقة. وفى الفتات الذى تبقى من قصيدته "عن الطبيعة" - وهى أقدم ما بقى من المناقشات الفلسفية فى تاريخ الغرب - يفرق بارمينيدس بين ثلاثة مسارات إلى المعرفة: الطريق الحق للحقيقة، والطريق الزائف للرأى، والطريق المضلل للبحث، الذى رغم ذلك يمكن الباحث من التوصل إلى طريق الحقيقة. ولا يزال تلميذه زينو الإلياوى (Zeno of Elea) (٤٩٥؟-٤٣٠؟ ق.م.) شهيراً بفضل مفارقاته الخيالية (وإن كانت خادعة فى حقيقة أمرها) والتى قصد بها أن يثبت استحالة التعددية والحركة والتغير أو الانقسام فى الزمن والفضاء.

وقد انفتح الطريق الفلسفي المسدود الذي صنعه هيراكليتوس وبارمينيدس عندما تخلى المفكرون اللاحقون عن الأحادية واحتضنوا التعددية بوصفها مبدأهم الأساسي. وبافتراضهم تعددية مبدئية لعناصر الكون، تجنبوا موضوع "الواحد" و"العديد" باستبعاد الحاجة لتفسير نشأة التعدد من الواحد. وأسهم ذلك أيضًا في حل موضوع الديمومة والتغير، بالسماح بحقيقة الأمرين؛ والعناصر الأساسية قد تبقى دون تغيير، ولكن ذلك لا ينطبق على تركيباتها المختلفة. ولهذا فإن أهم أمر أصبح التعرف على هويات تلك العناصر وطبيعتها؛ ومبادئها الأساسية وسبل تفاعلاتها سويًا؛ وطبيعة المادة والزمن والفضاء والمكان. وتزامن ذلك أيضًا مع تحول من النماذج المستندة إلى ظواهر فلكية تجاه مبادئ تستند إلى علم الأحياء (البيولوجيا)، وما ترتب على ذلك من تعاظم التأكيد على موضوعات أخلاق البشر وعلم النفس.

الأثر

قدم إمبيدوكليس الأكراجاسي (Empedocles of Acragas) (٤٩٢؟-٤٣٢؟ ق.م.) أول نظرية تعددية عن المادة. واعتمادًا على هيراكليتوس وبارمينيدس والمبدأ الفيثاغوري للأعداد، قرر إمبيدوكليس في قصيدته "عن طبيعة الأشياء" (Peri physikos) أن النار والهواء والماء والتراب هي عناصر المادة الأربعة الخالدة وغير القابلة للتدمير أو هي "جذور" الكون. وهذه الجذور، التي تحوم في دوامة تدور باستمرار مُشَكِّلَةً تكاملاً دون وجود فضاء خوائي، في حالة مزج وتجمع وانفصال مستمر، منتجةً لأشياء طبيعية مختلفة، كل منها مكون من عناصر معينة بنسب معينة (فمثلاً تتكون العظام من تراب وماء ونار بنسبة ٢:٢:٤). وتتحكم في تجميع وانفصال العناصر قوتان بدائيتان، هما الحب والصراع، التي تتناوب السيطرة في دورة من الاتحاد والتنافر. كان إمبيدوكليس أول فيلسوف يميز بين العناصر والمركبات والأخلاط الفيزيائية؛ وأول من أكد أن المركبات حقيقية من وجهة نظر معينة وليست مجرد ظواهر تُدْرَكُ بالحواس؛ وأول من رفض الاحتياجات الملحة الصارمة وأدخل "الصدفة" كسبب

مبدئى للحركة والتغير. وهذه الجذور والقوى تعلل أيضًا وجود عوامل بيولوجية ونفسية معقدة، ودورة كونية دينية من المعصية والتوبة.

وبدوره ذهب أناكساجوراس (Anaxagoras) (؟٥٠٠-؟٤٢٨ ق.م.) معاصر إمبيدوكليس بمفهوم التعددية إلى آخر مداه. ففى كتابه "حول الطبيعة" (Physika)، ذكر أن الكون هو تكامل مادى فيه عدد لا يحصى من الأنواع المختلفة من "البذور" (spermata) الأبدية والأصلية وغير المخلوقة مثلما يحوى أنواعًا من "المادة الأساسية" (homoiomere). وهذا الكون المتكامل قابل للانقسام اللانهائى - وبه بذور من كل صنف من المادة فى كل الأشياء: "فى كل شىء هناك جزء من كل شىء". وتتكون الأشياء من صنف معين من المادة لأنها تحوى جزءًا غالبًا من تلك البذور مقارنة بالأنواع الأخرى (فمثلاً إناء من الذهب مكون فى المقام الأول من بذور الذهب). وفى الأصل كانت كل البذور والأجزاء ممتزجة سويًا فى وحدة كونية غير متمايزة، ولكنها بعد ذلك انفصلت بسبب دوران الدوامة الكونية وفقًا للمبدأ القائل بأن "الشبيه يجذب الشبيه". وهذه الدوامة الكونية يحكمها "العقل" (nous)، وهو مبدأ حيوى غير مادى كان فى الأصل وحيدًا غير ممتزج بالأشياء الأخرى، وهو وحده الذى يعرف كل الأشياء ويحكمها وينظمها ويحركها طبقًا للمبادئ الضدية الكونية (مثل ساخن-بارد وجاف-رطب وثقيل - خفيف وخشن-أملس وساطع-مظلم). كان أناكساجوراس أول من ميز بين عامل متحرك وبين كل من الشىء المحَرَّك وقواعد الحركة.

كانت ثالثة نظريات ما قبل السقراطيين عن المادة، وأهمها، هى نظرية الذريين لوسيبوس المليطى (Leucippus of Miletus) (القرن الخامس ق.م.) وتلميذه ديموكريتوس الأبديرى (Democritus of Abdera) (؟٤٦٠-؟٣٧٠ ق.م.). والأولى هى مجرد بنيان غامض ولم يتبق منها إلا اقتباس وحيد: "لا شىء يحدث عبثًا، ولكن كل شىء يعود إلى العقل والحاجة". ورغم أن ما يربو على ١٠٠ من أقوال ديموكريتوس قد بقيت، إلا أن غالبيتها تتعلق بتعاليمه الأخلاقية، فيما عدا واحدة فقط تتناول نظريته الذرية: "حلو المذاق وفقًا للأعراف، ومر المذاق وفقًا للأعراف، وساخن وفقًا

للأعراف، وبارد وفقًا للأعراف، وملون وفقًا للأعراف؛ ولكنها فى الحقيقة ذرات وخواء". ورغم ذلك نجد أن محتوى نظريتهم معروف تمام المعرفة، سواء نتيجة لانتقادات أرسطو الواسعة النطاق أو بسبب تبنيها فيما بعد بواسطة الفيلسوف الهللينستى إبيكوروس الساموسى (Epicurus of Samos) (٣٤١-٢٧٠ ق.م.)، الذى بقيت تفاصيل قليلة عنها فى كتابه "خطاب إلى هيرودوت". وبعد ذلك احتفظ الشاعر الرومانى تيتوس لوكريشيوس كاروس (Titus Lucretius Carus) (٩٩؟-٥٥ ق.م.) فى عمله الكلاسيكى "حول طبيعة الأشياء" (De rerum natura)، بالعديد من تفاصيل تعاليم إبيكوروس والتى لولاه لكانت قد فقدت؛ وهى البيان الوحيد المتبقى من القدم لنظرية غير أرسطالية عن المادة.

طبقًا للأنصار المبكرين للنظرية الذرية، يتكون الكون السرمدى من شذرات ضئيلة غير قابلة للانقسام من المادة تسمى "ذرات" (atomos) من كلمة يونانية بمعنى لا يتجزأ) وفضاء خوائى. والذرات أبدية ولا تُخلق ولا تنقسم ولانهائية فى عددها، وهى فى حركة دائمة داخل دوامة فى الخواء؛ وخواصها الوحيدة هى الحجم والشكل والصلابة. (ويبقى موضع جدل أمر ما إذا كان للذرات وزن، وإن كان الأمر كذلك فكيف يكون ذلك). وتحدث كل حركات الذرات بسبب الضرورة أو القدر، لا بسبب الصدفة أو الإرادة الحرة. وقد تختلف تركيبات الذرات فى الكمية أو الشكل أو الترتيب أو الموقع. وكل الأشياء وخواصها (اللون والطعم والملمس.. إلخ)، وتغيرات تلك الخواص هى مجرد مظاهر تنتج من أشكال الذرات وحركتها وتفاعلاتها حسب قوى التجاذب والتنافر والتماسك. (فمثلاً، الذرات المدببة تنتج طعمًا مرًا، والذرات المستديرة تكون حلوة المذاق؛ والذرات الملساء تكون ألوانها ساطعة، بينما تكون الذرات الخشنة داكنة اللون). والأشياء تُرى لأنها تشع طبقة غشائية سريعة الزوال أى "صورًا" (eidola) تصل إلى عين المشاهد أو مجال رؤيته. ولما كانت الروح البشرية مكونة أيضًا من ذرات، فإنها تتحلل بالوفاة؛ وليس هناك خلود، والآلهة هى مجرد صور عملاقة.

كان أنصار النظرية الذرية أول من وضع تصورًا ميكانيكيًا بحتًا للحركة، وأول من فَرَّق بين الخواص الأولية والخواص الثانوية. وفى الوقت الذى كانت فيه الذرات فى الواقع أجزاءً وفُتاتًا من "الواحد الكونى" البارمينيدى، نأوا بأنفسهم عن بارمينيدس، لا فى إحلال "الكثير" محل "الواحد" فحسب، وإنما فى التمييز بين "اللاوجود المادى" المسمى ouk on، أو خواء اللاوجود المطلق المسمى (ouden) (العدم). ولما كان الإغريق لم يميزوا بصورة مستمرة بين المكان بوصفه موقع الأشياء بالنسبة إلى الفضاء وبينه بوصفه امتدادًا فى الفضاء لشىء معين، ولم يتصوروا الفضاء المطلق بصفته مجموعة من الأبعاد لا علاقة لها بأى شىء، فإن الخواء كان يعنى لهم أى مسافة بين ذرتين، سواء كانتا متصلتين أو مرتبطتين، ولم يكن يعنى لهم المفهوم العصرى للفضاء.

أدت انتقادات أرسطو للذريين المبكرين بأبيقور (Epicurus) ولوكريتيوس (Lucretius) إلى تنقيح النظرية الذرية فى أوجه شتى. فبالنسبة لهم، كان الوزن، والذى يعرف بأنه الحركة الخطية السفلية تجاه مركز كون كروى، كان الوزن لهم هو خاصية ذرية أولية. فالذرات تتحرك من مكان إلى مكان لحظيًا بسرعة ثابتة، لا بسرعة تتغير بتغير الحجم. ويختلف الفضاء عن الخواء بأنه نوع من "الوجود غير الملموس" ومن ثم فهو حقيقى أيضًا (رغم أن الزمن يبقى خاصية عَرَضية للحركة). والأجسام المركبة من تجمع الذرات، وكذلك خواصها، ليست مجرد ظواهر بل هى حقيقة أيضًا؛ وبناء على ذلك، ووفقًا لآرائهم، فإن الحواس مصدر موثوق به للمعلومات بأكثر مما كان يراها ديموكريتوس، والروح أيضًا جسم حقيقى. وكان أهم ما فى الأمر فكرة أبيقور الجديدة عن "انحراف" ذرى ضئيل عارض فى حركة الذرات. ورغم أن هذه المعتقدات نالت انتقادًا شديدًا من فلاسفة آخرين بدعوى أنها غير منطقية، إلا أنها لم تكن تهدف إلى شرح حركة الذرات وتفاعلاتها فحسب (رغم أن الذرات التى تسقط على الدوام فى خطوط رأسية لا تتصادم مطلقًا)، وإنما كانت تهدف أيضًا إلى نبذ الضرورة السببية الصارمة والقَدَرية التى اتسم بها الذريون الأوائل وبهذا تحتفظ بحد من الإرادة الحرة والمسئولية الأخلاقية فى التصرفات الإنسانية.

قدم أفلاطون (٤٢٧؟-٣٤٧ ق.م.)، التلميذ العظيم لسقراط، تصوراً مختلفًا تمام الاختلاف للنظرية الذرية. فقد تجاهل ديموكريتوس كليةً مستوحيًا الإلهام من هندسة فيثاغورس، واقترح في محاورته "تيمايوس" أن هناك خمسة أنواع من الذرات الهندسية، تتناسب مع الجوامد الهندسية المثالية الخمسة (التى جوانبها متساوية فى الطول وأوجهها متساوية فى الحجم والشكل، وكل زواياها متساوية). وتتطابق أربعة من تلك الجوامد مع العناصر التقليدية الأربعة - النار مع الرباعية السطوح، والتراب مع المكعب، والهواء مع ثُمانية الأسطح، والماء مع الأجسام ذات العشرين وجهًا - ويتطابق خامس تلك الجوامد (ذات الاثنى عشر وجهًا) مع كل الكون الكروى. وأوجه الجوامد الأربعة الأولى بدورها قابلة للانقسام بسهولة إما إلى مثلثات متساوية الأضلاع (للنار والهواء والماء) أو إلى مثلثات متساوية الساقين (للتراب). (وبوصفها رمز الكون فإن الجوامد ذات الاثنى عشر وجهًا لا تحتاج للانقسام). وعلى هذا فإن "الذرات" الهندسية ليست غير قابلة للانقسام، ولكنها تتجمع من مكوِّناتها المثلثية وتتفتت إليها، بوصفها العناصر الحقة للكون غير القابلة للانقسام، مع قابلية النار والهواء والماء للتحول فيما بينها. غير أن أفلاطون، على غرار ديموكريتوس، يعزو الخواص الثانوية إلى أحجام ذراته وأشكالها وحركتها وتفاعلاتها فيما بينها. غير أن الأفلاطونيين الجدد، وكان أهمهم بلوتينوس (Plotinus) (٢٠٥-٢٧٠م)، لم يبدوا اهتمامًا بالأمور العلمية.

وإلى جانب أرسطو، كانت نظرية الرواقيين (Stoics) أهم نظرية عن المادة تنافس النظرية الذرية فى أخريات الفترة القديمة فى الغرب، والتى جاء اسمهم من كلمة "ستوا" (stoa) بمعنى الشرفة أو الرواق وهى الموقع الأصلى لمدرستهم. وقد أسسها زينو السيتيومى (Zeno of Citium) (٣٣٦؟-٢٦٥؟ ق.م.)، ثم تطورت على يد كريسيبوس الصولياوى (Chryssipus of Soli) (٢٨٠؟-٢٠٦؟ ق.م.) الذى قام بمنهجتها بمنهاج منظم شمل تعاليم كونية. ومن بين الرواقيين المهمين الذين أتوا لاحقًا

كان الشاعر الرومانى سنيكا (Seneca) (٤؟ ق.م.-٦٥م) والإمبراطور الرومانى ماركوس أوريليوس (١٢١-١٨٠م)، رغم أن اهتماماتهم كانت فى الدين والأخلاقيات فى المقام الأول.

كان الرواقيون، مستوحين آراءهم من هيراكليتوس وغيره من فلاسفة ما قبل السقراطية، يؤكدون أن الكون مادة وحيدة خالدة، ونوع من المعيشة العالمية تنفخ فيه الحياة "روح" (pneuma) أو "نفس" (psyche)، والنار هى وسيلة الخلق الرئيسية والمقدسة النشطة. مارست تلك النار الأولية مهمتها كقوة خلق على رطوبة قبل - كونية كى تخلق الكون، "ببذور" (spermata) امتزجت برطوبة "الروح" ولقحت كل شىء. وبوصف الكون قابلاً للانقسام من الناحية الفكرية ولكنه فى الحقيقة حيز ممتلئ بالمادة وغير منقسم، فإنه فى وحدة متناغمة ويعزز من شأنه "توتر" (tonos) كونى، وهى خاصية نتجت من قوى متضادة تعمل على "الروح" غير الملموسة كبيئة مادية. وينقل هذا التوتر "نبضات" سببية من جسم إلى آخر، مثل اهتزازات وتر قيثارة عند نقره أو انقباض أوتار عضلات شخص رياضى. والكون بأكمله عرضة لدورة متكررة من الاحتراق والتجدد، بسبب توتر متناوب بين السمات التدميرية والخَلقية للنار الأولية.

وكذلك قدمت نظرية الرواقيين عن المادة تحليلاً رائعًا لأفكار قديمة وجديدة. فكل الأشياء الحقيقية - حتى المعرفة والفضائل والرذائل - هى "أجسام" (somata) مادية لها قدرات على أن تؤثر فى الأجسام الأخرى أو تتأثر بها أو تقاوم تأثيراتها. وقد نتج عن المزيج الأصلى بين الروح والرطوبة تكون مادة أولية لا خواص لها تحولت إلى العناصر الأربعة الأساسية التقليدية وهى النار والهواء والماء والتراب، بعملية هى مزيج من الخلخلة والتكثيف. وكونت العناصر أربع طبقات متراكزة، تقع النار فيها على المحيط يليها الهواء ثم الماء ويقع التراب فى المركز، ثم يحدث بينها مزيد من الامتزاج بعد ذلك. الرواقيون، بعد نبذهم لمخطط أرسطو الخاص بأزواج مكملة من الخواص

الأولية للعناصر، تبنوا الارتباط الأبسط لكل عنصر بخاصية وحيدة أولية من خواصه – النار: الحرارة، والهواء: البرودة، والماء: الرطوبة، والتراب: الجفاف – التى اقترحها فيلستيون من لوكرى (Philistion of Locri) تلميذ إمبيدوكليس.

ومن بين تعاليم الرواقيين المثيرة للجدل على وجه الخصوص كانت فكرة "المزج الكامل" (synchysis). فقد كافح فلاسفة ما قبل السقراطية فى سبيل التفرقة بين التركيبة الكيميائية والمزج الفيزيائى. ولما كانوا ينكرون أى احتمال لتولد المادة أو دمارها وتحولها إلى عدم، فقد اكتفوا باقتراح نظريات تنص على أن المكونات الأصلية تتجاور جنبًا إلى جنب أو تمتزج بطريقة تحفظها فى حالة غير متغيرة فى المنتج النهائى. وكانت نظريات أرسطو عن تحولات العناصر ومزجها (mixis) تتيح تولد المادة ودمارها بصور محدودة ولكنها غير مطلقة. غير أن الرواقيين أكدوا أنه بسبب أن الكون كله مادة واحدة، وجميع الأجسام تتخللها الروح بصفتها عاملاً خلاقًا ومسببًا للتحول، فإن جسمين مختلفين يمكن أن يتحدا اتحادًا تامًا ويتداخلا سويًا مكونَيْن جسمًا جديدًا واحدًا. وكان مثالهم المفضل على ذلك هو اختراق النار للحديد المحمى. واتهمهم بعض منتقدى الرواقية – وهو اتهام خاطئ فى رأى بعض العلماء – بأنهم يؤمنون بأن جسمين يمكن أن يشغلا نفس المكان فى نفس الوقت، وهو استحالة منطقية وفقًا للمفهوم اليونانى عن المكان بوصفه موقعًا علائقيًا متميزًا.

وبلغ من قوة النظام الفلسفى الذى وضعه أرسطو وانتقاداته النفاذة لعيوب أنظمة منافسيه أن انتهى الأمر بزوال المدرستين الذرية والرواقية أثناء القرن الثالث الميلادى. وكان بزوغ المسيحية عاملاً رئيسيًا آخر، لأن الوحدانية الأساسية فى نظام أرسطو منسجمة مع اللاهوت المسيحى أكثر بكثير من الإلحاد الضمنى عند الذريين أو وحدة الوجود عند الرواقيين. ولم يتم إحياء النظرية الذرية كنظرية علمية إلا فى القرن السابع عشر وفى صورة تمت مراجعتها بطريقة جذرية. ولم تنل فيزياء الرواقيين اهتمامًا متجددًا من المؤرخين والفلاسفة إلا فى العقود الأخيرة، لاحتوائها على أفكار تتنبأ على

نحو واهٍ بالمفاهيم العصرية عن فيزياء الكم العصرية (quantum physics) . وبالرغم من ذلك أسهمت الأنظمة الثلاثة بعمق، ومعها أفكار أسلافها من فلاسفة ما قبل السقراطية، فى الإثراء الذهنى لنظريات المادة والطاقة والتفاعلات الفيزيائية والكيميائية فى التراث العلمى الغربى.

جيمس أ. ألتينا (JAMES A. ALTENA)

لمزيد من القراءة

كتب

Bailey, Cyril. *The Greek Atomists and Epicurus.* Oxford: Clarendon Press, 1928.

Barnes, Jonathan. *The Presocratics.* Rev. ed. 2 vols. London: Routledge and Kegan Paul, 1982.

Furley, David J. *The Greek Cosmologists.* Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

Guthrie, William K.C. *A History of Greek Philosophy.* 6 vols. Cambridge: Cambridge University Press, 1962-81.

Hahm, David E. *The Origins of Stoic Cosmology.* Columbus: Ohio State University Press, 1977.

Kahn, Charles H. *Anaximander and the Origins of Greek Cosmology.* New York: Columbia University Press, 1960.

Long, Anthony A. *Hellenistic Philosophy: Stoics, Epicureans, Sceptics.* 2nd rev. ed. Berkeley: University of California Press, 1986.

Lucretius Carus, Titus. *De rerum natura* (On the Nature of Things). Trans. and ed. by Anthony M. Esolen. Bal- timore: Johns Hopkins University Press, 1995.

McKirahan, Richard D. *Philosophy Before Socrates*: An Introduction with Texts and Commentary. Indianapolis: Hackett Publishing, 1994.

Sambursky, Samuel. *The Origins of Stoic Physics*. London: Routledge and Kegan Paul, 1959. See Chap. 2.

Sambursky, Samuel. *The Physical World of the Greeks*. London: Routledge and Kegan Paul, 1956.

Schofield, Malcolm. *An Essay on Anaxagoras*. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

Sorabji, Richard R. *Matter, Space, and Motion: Theories in Antiquity and Their Sequel*. Ithaca: Cornell University Press, 1988. See Chap. 2.

Todd, Robert B. *Alexander of Aphrodisias on Stoic Physics: A Study of the "De Mixtione," with Preliminary Essays, Text, Translation and Commentary*. Leiden: E.J. Brill, 1976.

Vlastos, Gregory. *Plato's Universe*. Seattle: University of Washington Press, 1975. See Chap. 3.

مقالات فى دوريات علمية

Kerferd, George B. "Anaxagoras and the Concept of Matter before Aristotle." In The Pre-Socratics: A Collection of Critical Essays, ed. Alexander P. D. Mourelatos, 489-503. New York: Anchor Press, 1974.

Lloyd, Geoffrey E.R. "Hot and Cold, Dry and Wet in Early Greek Thought." In Studies in Presocratic Philoso- phy, ed. Reginald E. Allen and David J. Furley, Vol. 1, 255-80. London: Routledge and Kegan Paul, 1970.

Longrigg, James. "Elementary Physics in the Lyceum and Stoa." Isis 66 (1975): 211-29.

Longrigg, James. "The 'Roots of All Things.'" Isis 67 (1976): 420-38.

Strang, Colin. "The Physical Theory of Anaxagoras." In Studies in Presocratic Philosophy, ed. Reginald E. Allen and David J. Furley, Vol. 2, 361-80. London: Routledge and Kegan Paul, 1970.

Vlastos, Gregory. "The Physical Theory of Anaxagoras." In Studies in Presocratic Philosophy, ed. Reginald E. Allen and David J. Furley, Vol. 2, 323-53. London: Routledge and Kegan Paul, 1970. Reprinted in The Pre-Socratics: A Collection of Critical Essays, ed. Alexander P.D. Mourelatos, 459-88. New York: Anchor Press, 1974.



أفلاطون، تلميذ سقراط ومعلم أرسطو

علوم الفيزياء فى الهند

نظرة شاملة

على الرغم من أن تساؤلات جوهرية عن عمر الآداب الهندية لا تزال مطروحة، إلا أن إطارًا زمنيًا للأفكار الرفيعة المتطورة يعود تاريخه إلى حوالى سنة ١٥٠٠ ق.م. يشير إلى أن الفكر الفلكى والفيزيائى الهندى كانا على قدم المساواة مع نظائرهما فى بابل ومصر. وقد دفع بعض المؤرخين بهذا التاريخ إلى الوراء حتى ٦٠٠٠ ق.م. بل وأقدم من ذلك بانين دعواهم على الانتقال الشفاهى لتلك الأفكار قبل التدوين المكتوب بزمن طويل. وتشير المصادر الهندوكية القديمة والتى يعود تاريخها لحوالى سنة ١٥٠٠ ق.م. إلى وجود أفكار فلكية متقدمة أساسية وإدراك لحركات خمسة كواكب والشمس والقمر، وتطبيقاتها على دورات الأزمنة الكونية، أو التقاويم الشمسية. وثمة ادعاءات أخرى بإدراك للحركات الفلكية النسبية (وبخاصة دوران الأرض والشمس بوصفها مركز الكواكب) وكروية الأرض، وتفلطح قطبيها، ومفاهيم المادة الأساسية بوصفها ذرات.

وتحتاج بعض تلك الأفكار إلى سجل زمنى لتأريخها والتحقق من صحة تاريخها حتى يمكن اعتبارها شرعية. وعلى صعيد آخر، نجد أن الادعاءات التاريخية التقليدية بأن العلوم الهندية كانت معتمدة على علوم اليونان بعد سنة ٣٢٦ ق.م. هى ادعاءات تفتقر إلى الدقة وعاجزة عن تفسير التطور المحلى للعلوم والرياضيات فى الهند لآلاف السنين قبل الميلاد. فبحلول القرن الخامس ق.م. طور فلكيون ورياضياتيون هنود بارزون، مثل أريابهاتا (٤٧٦-٥٥٠م) وبراهماجوبتا (٥٩٨-٦٦٨م) فكرًا

فيزيائيًا متقدمًا، مما حقق تواصلاً مع المفاهيم الهندية القديمة الأصيلة فى الفلك وغيره من العلوم.

الخلفية

ادعى بعض العلماء، بناء على تأويل لأدبيات دينية هندوكية هندية مبكرة، كانت تتآلف شفاهًا قبل أن تخضع للتدوين الكتابى، ادعى أن مستوى عاليًا من الرقى والابتكارية قد وُجد فى العلوم الهندية، ربما فى صورة بدائية غير متطورة بدءًا من ٢٠٠٠ ق.م.، وإن كان الأكثر احتمالاً أنها وُجدت قبل سنة ١٥٠٠ ق.م. غير أنه من المشكوك فيه أن معارف شفاهية تُلَمِّح إلى أفكار علمية يمكن أن تنتقل بدقة لمدة آلاف السنين ثم تتحول بعد ذلك إلى كلمات مكتوبة دون أن تتعرض لتراكمات التصحيحات المبنية على تحسن الأفكار العلمية وتقنياتها. وفى وقت مبكر، تم منذ زمن طويل تقبل أدبيات غير علمية فى جوهرها كمصدر شرعى لأفكار علمية سحيقة القدم حيث لم تكن الأدبيات العلمية قد تطورت بصورة رسمية. وأقدم مصادر فى الهند هى نصوص: فيدا: الهندية، وهى أربعة نصوص فيدية (ريج وياجور وساما وأثارفا) (Rig, Yajur, Sama, and Atharva)، وهى مصادر للصلوات والترانيم والسحر وصيغ الأضحيات وبها عديد من الأفكار الفلكية المتقدمة التى يعود تاريخها إلى حوالى ١٥٠٠ ق.م.، ولعلها أقدم من ذلك.

وأكثر نص فيدى يشار إليه عند الحديث عن الأفكار العلمية المتقدمة فى الهند هو :ريج فيدا: (Rig Veda)، وهى مفاهيم قُدمت فى جوهرها تحت مظلة إشارات تنجيمية كان لها تأثير عميق فى الديانة الهندوكية. وكان الأمر كذلك فى ديانات قديمة أخرى فى محاولة لفهم السماوات وتأثيراتها على الطبيعة الأرضية. واستلزمت أفكار :فيدا: استخدام تقويم قمرى مكون من ١٢ شهرًا، ومعرفة بمبادرة الاعتدالين، ويومًا شمسيًا مقسمًا طقوسيًا إلى ٣ أو ٤ أو ٥ أو ١٥ جزءًا متساويًا، وجدولاً أميل إلى البساطة يحوى أسماء ٢٧ نجمًا.

وثمة تجمع آخر من الأدبيات المبكرة مبنى على شذرات نصوصية وتعاليم شفاهية لعقيدة: جاين: (Jain) وهو دين مستقل عن الهندوكية، وأعيد تجميعها فى وقت لاحق (ربما حوالى ٣٥٠ ق.م.). ويتكون : أردها – ماجادهى براكريت: (Ardha-Magadhi Prakrit) من ٥٠ متنًا تشمل معلومات أكثر خصوصية فى الرياضيات والفلك. وتتضمن هذه النصوص بين ثناياها ما يشى بأن الأفكار العلمية بها قد تم تحديثها على مر الزمن. ومن هذه الكتابات ثمة كتابان يعرفان باسم (أنجاس Angas) يتناولان الفلك والرياضيات. وفى المجموعة المعروفة باسم (أوبانجاس Upangas) هناك إشارات إلى الفلك ومفاهيم الزمن، وتتضمن كتابين هما: (أسانكيهياتا asankhyata) ومعناها : الزمن الغامض المتناهى الصغر، والآخر هو : (سيرسابراهيليكا sirsaprahelika) التى تعنى : ملايين السنين : أما (كوليكاسوترا Culikasutra) فهو مقالة فى الفلك والرياضيات. وهناك عمل يعود تاريخه إلى ما بعد عقيدة جاين فى القرن الثانى الميلادى يسمى (تاتفارثادهيجما سوترا Tattvarthadhigma Sutra) وألفه الفلكى (أومافاتى Umavati) (١٨٥–٢١٩م) ويتناول الفلك وعلوم الكونيات الهندية. ويضاف إلى ذلك أعمال أخرى فى عقيدة :جاين: تتناول الفلك النظرى والرصدى واستمرت تُكتب حتى القرن السابع.

كانت العلوم الكونية فى عقيدة (جاين) تصور جبل ميرو فى الهند على أنه المحور المركزى للأرض، وهى كوكب لا يتحرك، وتحيط بها الشمس والقمر والكواكب ومجرات النجوم. وصورت الرسوم الكونية الجايانية جبل ميرو فى المركز (وفوقه النجم القطبى) ويلتف حوله بشكل متناسق اثنا عشر شهرًا ودورات الكواكب وتحركات الشمس والقمر. وفى أغلب الحضارات القديمة كانت مدينة كبيرة أو منطقة رئيسية دائمًا ما تعتبر مركز الأرض، وكانت تلك فكرة تقليدية. وكان الهنود، مثلهم مثل الحضارات القديمة الأخرى، مهتمين أيضًا بفهم الظواهر العالمية مثل دورة المياه على الأرض، والمد والجزر وتغيرات الفصول.

وتبقى الادعاءات بأن الأفكار الهندية بكروية الأرض أقدم من مثيلاتها عند الإغريق بل وتختلف عنها اختلافات جوهرية، تبقى مشكوكًا فى صحتها، لأنها تعتمد على التحقق من صحة فقرات، لم تُراجَع بمرور الزمن، من أدبيات هندية قديمة، مثل (ريج فيدا) ولم يثبت أنها تسبق مثيلاتها من بلاد اليونان. ورغم أن البعض يدعى أن مصطلح (قصعة مجوفة) الذى يظهر فى المتون الفيدية المبكرة وفى الأعمال (البورانية) (Puranic) ، ماركانديا بورانا (Markandeya Purana) وفيشنو بورانا (Vishnu Purana) يُلمِّح إلى كروية الأرض، إلا أن الحقيقة أنه كان شائعًا فى الحضارات القديمة تصور أن الأرض مفلطحة أو على شكل وعاء مجوف أو أحيانًا وعاء مقلوبًا، والسماوات تمتد فوقها. وكلها تفسيرات تقليدية قديمة منبنية على منظور شخص يقف على الأرض ويرصد ويفسر ما يراه من حوله بالعين المجردة. غير أن هذه النصوص تحوى تنبؤات لافتة للنظر تتناول أفكارًا فيزيائية لاحقة عن أسباب الشفق [حمرة الشمس عند المغيب]، وزرقة السماء، وأوجه القمر، وتلميحات عن فكرة الجاذبية، وربما عن الشمس بوصفها مركز النظام الشمسى. وتحوى مجموعة من النصوص تسمى (فايسيشيكا سوتراس Valseshika Sutras) ويعود تاريخها إلى ما بين زمن مبكر هو القرن الثانى وزمن متأخر هو القرن الخامس، تحوى تحليلاً مفصلاً للمادة بوصفها ذرات، بل وفى مجموعات (فكرة الجزيئات)، بتأثير الزمن والاتجاه.

التأثير

إذا نحينا جانبًا اعتبارات الأصول الدينية والتنجيمية لعلوم الكون والأفكار الفلكية الهندية، فإن البرهان على تقدم الفلك الهندى وعلى قِدم أسسه، وهو البرهان المستمد من النصوص وهو أكثر دقة من الناحية التاريخية، يبدأ من القرن الخامس، وبالذات على يد الفلكى أريابهاتا (٤٧٦-٥٥٠م). فقد ألف كتابه :أريابهاتيا:، وهو عمل متعدد الأفرع ما بين رياضيات وفلك، فى حوالى ٤٩٨م وهو مصدر تنويرى للاطلاع على

التقدم فى العلوم الهندية منذ نشأتها فى الأزمنة القديمة. ويحتوى الكتاب على مناقشة للفلك الكروى (وهو من تطبيقات علم الفلك) مع حسابات متوسط مواقع الكواكب وقواعد لحساب الكسوف الشمسى وخسوف القمر. وأهم ما ورد به هو رأيه بأن الأرض تدور حول محورها، رغم أنه من غير المؤكد ما إذا كانت هذه الفكرة نتيجة لتأثيرات الإغريق على الفلك الهندى.

ولعل أريابهاتا كان أول فلكى يشرع فى حساب مستمر للأيام الشمسية بِعَدِّ دورانات الأرض (وليس باستخدام المفاهيم المعتادة وهى دورانات الشمس حول الأرض) - بهدف حساب طول السنة. كما استخدم أيضًا هذه المعطيات مع معطيات دورانات القمر (أى نسبة الأولى للأخيرة) لكى يتوصل إلى قياس رياضياتى لطول الشهر، وبهذا توصل إلى نسبة فلكية مبكرة. وتبنى فلكيون من ولاية كيرالا، وهى ولاية فى جنوب الهند، تبنوا بحلول سنة ٦٨٣ طرائقه فى حساب حركات الكواكب ووافقوا على تعديلها فصارت تعرف باسم " النظام الباراهيتى" (Parahita system).

وتكشف نصوص سيدهانتاس (Siddhantas) من القرنين السادس والسابع عن حسابات فلكية أكثر تعقيدًا، مما يشير إلى حدوث تقدم عما وصل إليه أريابهاتا. وفى الواقع، نجد أن عددًا غير قليل من تلك النصوص ذو طبيعة تقنية، وثمة واحدة كتبها فاراهاميهيرا (Varahamihira) (٥٠٥-٥٨٧م) الفلكى والرياضياتى، الذى كان ينتمى لمنطقة أوجاين (Ujjain)، حيث نشأ فيما بعد مرصد فلكى شهير. وبوصفه فيلسوفًا أيضًا، درس فاراهاميهيرا دراسة وافية المبادئ الأولية للفلك الغربى والشرق أوسطى، بما فى ذلك معارف المصريين والإغريق والرومان والهنود، وكتب عملاً مقارنًا ومسهبًا يسمى :خمس بحوث:. ورغم أنه يعتبر مثالاً للتبادل الفكرى، إلا أن عمل فاراهاميهيرا قد يكون هو مصدر الآراء الغربية التقليدية غير الدقيقة بأن الفلك الهندى كان معتمدًا على حضارات أخرى.

وقد أفرخت مدرسة أوجاين للفلك فلكيًا بارزًا آخر فى شخص براهماجوبتا (Brahmagupta) (٥٩٨-٦٦٨م)، الذى كتب تنقيحًا شاملاً لمتن قديم فى الفلك وهو

"براهما سيدهانتا" (Brahma Siddhanta)، أطلق عليه اسم "براهما سفوتا سيدهانتا" (Brahma Sphuta Siddhanta) كان تنقيح براهماجوبتا يشمل رياضيات بحتة وتطبيقات فلكية. وفى جوهره، قدم قواعد منظمة للجبر والهندسة وغير ذلك من الرياضيات، والفلك. ولعل براهماجوبتا كان أول فلكى يطبق تقنيات الجبر فى المسائل الفلكية، ومن الجلى أنه توصل إلى مفاهيم استخدام الصفر وحلول للمعادلات غير المحددة، وهو تقدم هام وذو مغزى فى نظرية الأعداد قبل القرن الثامن عشر. كانت طرائقه فى الحسابات الفلكية متقنة وشملت مناقشة لحركة الكواكب ومواقعها وشروقها وغروبها وارتباطاتها مع الكواكب، وكسوف الشمس وخسوف القمر. وكان يؤمن بأن السماوات والأرض مستديرة أو كروية، ولكنه لم يكن يؤمن بأن الأرض تدور أو تتحرك. كما أدلى بدلوه أيضًا فى العلوم المساحية (الجيوديسية، قياسات الأرض)، وخرج برقم تقريبى لا بأس به لمحيط الأرض هو ٥٠٠٠ يوياناس (Oyojanas) (وحدة القياس القديمة يويانا تساوى ٧,٢ كيلومترًا) أى ٣٦٠٠٠ كيلومترًا.

وثمة مجال آخر يضع فيه بعض المؤرخين نظريات عن أن العلماء الهنود قاموا بابتكارات مبكرة تتعلق بالجاذبية ومركزية الشمس، كما فهمها العلماء الهنود الكبار السابق ذكرهم. ولعل فاراهاميهيرا كان أول مفكر هندى يقترح وجود قوة تُبقى الأرض والأجرام السماوية فى مكانها. وقال فاراهاميهيرا: "الأجسام تقع تجاه الأرض لأن من طبيعة الأرض أن تجذب الأجسام، مثلما أن الماء له خاصية الجريان." ولكن الدعاوى المبكرة عن ذلك تشير إلى أن بعض الكلمات السنسكريتية الموجودة فى الأدبيات الفيدية تُفَسَّر بأنها تتناول التجاذب بمفاهيم الجاذبية، مما أوحى للبعض بأن بعض أفكار الجاذبية كانت معروفة منذ زمن أقدم. ونجد أيضًا أن الأدبيات الفيدية تعتبر أقدم مصدر، وأيضًا المرجعية الأساسية، للموقع المركزى للشمس بوصفها مصدر الجاذبية ومركز الكون - أى لمركزية الشمس. غير أن مركزية الشمس قد تم التوصل إليها فى وقت لاحق فى الفلك الهندى، وكان أريابهاتا أول من توصل إلى ذلك، كما ذكرنا آنفًا.

ويؤكد بعض المؤرخين على أن هذه الفكرة الهندية المبكرة لمركزية الشمس، وفقًا للمصادر الفيدية، تسبق الأفكار اليونانية عن مركزية الشمس التى ظهرت فى حوالى منتصف القرن الرابع ق.م. غير أن تلك الدعوى تأويلية، لأن أهمية الشمس، قبل كل شىء، كمصدر للضوء والحرارة، سواء بوصفها إلهًا أم مجرد تأثير طبيعى، كانت أمرًا أساسيًا عند كل الحضارات القديمة، مما يلقى بظلال الشكوك حول الزعم بآراء تتعلق بجاذبيتها أو مركزيتها. ويضاف إلى ذلك أن الكلمات التى تتحدث عن أهمية الشمس هى كلمات شخصية وغير موضوعية فى معانيها ويمكن تفسيرها كتنبؤات بتلك الأفكار العلمية فى حضارات أخرى أيضًا. وفى نفس الوقت، يمكن منطقيًا اعتبار تطبيقات الفلك المبنى على مركزية الشمس فى حساباته مؤشرًا لوجود تعاليم أقدم عن مركزية الشمس كأسس لأفكاره. غير أن الأمر يحتاج إلى تحليل أكثر دقة وموضوعية للمعانى العلمية الواردة فى الأدبيات الهندية يؤكد صحة ما يمكن تفسيره على أنه ادعاءات شخصية وغير موضوعية.

وعلى الرغم من كل ذلك فقد نال المفكرون العلميون الهنود من ١٥٠٠ ق.م. إلى نهاية القرن السابع الميلادى الثناء الذى يستحقونه منذ زمن بعيد. فقد شرع المؤرخون الهنود والمؤرخون العالميون من ذوى التخصصات المختلفة فى إجراء أبحاث مهمة فى ترجمة المصادر والتعليقات الهندية اللازمة لتفسير ماضى الهند العلمى تفسيرًا صحيحًا ومكانته فى الإطار الأكبر، وهو إطار التاريخ الفكرى.

ومما لا ريب فيه أنه طوال الألفى عام التى انتهت بالقرن السابع استمر المفكرون الهنود فى التطور من تحسين أفكار دينية راقية لنظام الكون المادى إلى أفكار عملية مهمة فى مجالات الرصد الفلكى، والتطبيقات الرياضياتية فى الفلك، ونظريات فيزيائية مختلفة تتركز حول استيعاب الشمس والكواكب. ومثل غيرها من الشعوب القديمة، تتميز الهند بمكانة متفردة بفضل سماتها الثقافية ومساعيها الفكرية الابتكارية، وكذلك إسهاماتها فى الفكر التأسيسى وميراث معارف العلوم الفيزيائية.

وليم مبيك (WILLIAM J. MCPEAK)

لمزيد من القراءة

Aryabhata. Aryabhatiya *of Aryabhata,* edited and translated by K.V. Sarma and K.S. Shukla. New Delhi: Indian National Science Academy, 1976.

Bose, D.M., et al. *A Concise History of Science in India.* New Delhi: Indian National Science Academy, 1971.

Kay, G.R. Hindu *Astronomy, Ancient Science of the Hindus.* New Delhi: Cosmo Publications, 1981.

Sarma, K.V. *A History of the Kerala School of Hindu Astronomy.* Hoshiarpur, India: Vishveshvaranand Institute, 1972.

Sens, S.N., and K.S. Shukla. *History of Astronomy in India.* New Delhi: Indian National Science Academy, 1985.

التنجيم والفلك فى العالم القديم

نظرة شاملة

تقع أول سجلات للرصد التنجيمى أو الفلكى المنظم فى البقايا المتناثرة لحضارة قدماء المصريين والبابليين. وتؤكد أقدم أدلة على نشأة الفلك والتنجيم - اللذان يمثلان فى العالم الحديث العلم والعلم الزائف على التوالى - تؤكد على أنهما يشتركان فى أصل مشترك يرتكز على حاجة الجنس البشرى لفهم حركات الأجرام السماوية والبحث فيها. ويضاف إلى ذلك أن البراهين تشير إلى رغبة مبكرة قوية فى ربط الوجود اليومى الأرضى بالنجوم وفى إنشاء علمٍ للكونيات (وهو فهم نشأة الكون وتركيبته وتطوره) ينتهى به المآل إلى ربط المجتمع البشرى بكونٍ مترابطٍ منطقياً وقابل للمعرفة.

الخلفية

يعود تاريخ الأصول الأكثر بدائية لكل من التنجيم والفلك إلى ما قبل السجلات البشرية المكتوبة. وثمة وفرة من الأدلة الأثرية والفنية تشير إلى أن البشر وضعوا أساطير مفصلة وحكايات شعبية لتفسير تجولات الشمس والقمر والنجوم عبر الكرة السماوية قبل زمن طويل من ظهور الحضارات الحقة فى مصر القديمة أو بابل.

وقد أصبح الكهنة فى مصر القديمة أول منجمين ممارسين للتنجيم العملى بربطهم المعتقدات الدينية بالحركات الظاهرية للأجرام السماوية. غير أن نوعية الرصد

والتنبؤات التى مارسها المنجمون المصريون الأوائل كانت مختلفة اختلافًا جوهريًا عما كان يمارَس فى العصور الأسرية المتأخرة حين رضخت كونيات مصر القديمة لتأثيرات بلاد اليونان. ورغم أن هذا الأمر قد أثار مناقشات حامية الوطيس فى أوساط الفلكيين-الأثريين (وهم العلماء الذين يبحثون فى العلاقة بين علم الآثار والفلك القديم)، إلا أن الأدلة واهية على أن قدماء المصريين قد ابتكروا أى شيء يقارب خريطة البروج التى نجدها فى التنجيم الحديث. كما لا يوجد دليل واضح على أن أبراج دائرة البروج كانت لها أهمية فى المجتمع المصرى القديم.

وقد ظهر الاهتمام بتقسيم أبراج دائرة البروج أول ما ظهر فى بابل وغيرها من حضارات بلاد الرافدين. وفيما بعد، تركت هذه التوزيعات الأساسية للمجرات، وجمعها فى مجموعات، تلك المجرات التى تقع فى مستوى مدار الأرض والمسار السنوى للشمس، تركت أثرها فى تطور علم الكونيات اليونانى، ومن خلال تلك الحضارة الأخيرة، ترتب عليها فيما بعد تغيير مسار علم الكونيات المصرى. ولا تتضح علامات البروج فى البقايا المعمارية إلا فى العصور المتأخرة للحضارة المصرية التى هيمنت عليها بلاد اليونان.

التأثير

تشير السجلات المتبقية من العصور القديمة إلى أن التفاسير التنجيمية للأنماط السماوية يعود تاريخها إلى بلاد الرافدين القديمة. وقد نشأ التنجيم من الرصد السماوى البسيط، والذى بُنيت عليه تفاسير لاهوتية. وكانت حركات الأجرام السماوية تُستخدم للتنبؤ بالمستقبل – فهى منهاج للتنبؤ بظهور ملوك ومصير إمبراطوريات وغير ذلك من الأمور الحاسمة فى استمرار قوة طبقة الكهنة الحاكمة.

ويجانب رغبةٍ فى رفع مستوى الوجود البشرى الأرضى إلى مستوى نجومى، فإن تطور التنجيم فى المجتمع البابلى يثبت أن الكون، فى تطور علم الكونيات البابلى، كان

يُنظر إليه بوصفه كيانًا حيويًا (حيًا). وتنعكس بشدة أيضًا هذه النظرة العالمية المجتمعية ونشود السماء فى بناء الزيجورات البابلية (وهى أبراج متعددة المستويات ويها معابد).

وتكررت تجربة بابل عند نشأة التنجيم فى الهند والصين وحضارة المايا فى أمريكا الوسطى.

ويصرف النظر عن مدى ضلالتها بمقاييس العلم الحديث، فإن نشأة علم الكونيات المنبنى على دائرة البروج فى بابل القديمة كان إشارة إلى محاولات الإنسان المبكر أن يعتمد على شيء ثابت وموضوعى كقوة متحكمة فى الشئون البشرية. وقبل نشأة التنجيم القديم كانت مجريات الأحداث متروكة لنزوات متحيزة من الأحلام والرؤى كآيات بينات على الأحداث المستقبلية.

وقد اكتسب التنبؤ الدقيق بحركات الشمس والقمر والأجرام السماوية أهمية عملية قصوى فى نمو مجتمع زراعى مستقر وناجح. وفى حقيقة الأمر، كانت نشأة التنجيم القديم فى بابل نتيجة للتحسينات المستمرة فى التقاويم القديمة التى كانت فى حد ذاتها متنبئات بانحسار الفصول وتدفقاتها. وطبقًا لذلك، يمكن باطمئنان القول بأن تلك الرغبة فى التنبؤ لتدعيم التنجيم حفزت على نشأة علم فلكى حقيقى بوصفه متنبئًا دوريًا أكثر دنيوية بأحداث سماوية وموسمية. وعلى سبيل المثال، كان ثمة فهم متراكم للفصول والأحداث الأرضية مستمد من انتظام تغيرات موقع الشمس وشروقها وغروبها.

وعلى مر الزمان، كان انتظام الملاحظات الرصدية، التى كان أول من نجح فيها المنجمون البابليون، سببًا فى التنبؤات الدقيقة بفيضان نهر النيل التى كانت ذات فائدة عملية للتنجيم المصرى اللاحق. ويغض النظر عن الأهمية الدينية الأولية لحركات النجم الساطع "سيريوس" [الشعرى اليمانية]، فقد انتهى بها المطاف إلى أن صار تحديد شروقه على الأفق فى وادى النيل متنبئًا دقيقًا بالفيضان السنوى للنيل.

ورغم أن الإدراك الصحيح للميكانيكا السماوية المتعلقة بكسوف الشمس والقمر كان عليها أن تنتظر الثورة الكوبرنيكية بعد ألف عام، إلا أن انتظام تلك الأحداث كان له أثره فى الممارسات الدينية المرتبطة بتلك الظواهر. وفى الحق، كانت الحاجة إلى تطوير تقاويم متزايدة دقتها تسببها أحيانًا رغبة الكهنة فى التنبؤ بأحداث سماوية يمكن تفسيرها كرسائل من الآلهة، مع التغير اللازم لتتوافق مع الاحتياجات والعادات المحلية.

واستمر الاهتمام بالسمات الخارقة للطبيعة للتنجيم فى التطور والتأثير على شئون المجتمع. وفى ذات الوقت، انصهر التنجيم مع دقة الفلك وانضباطه. ومعنى ذلك أن القياس الدقيق لجرم سماوى كان الوسيلة الوحيدة للتوصل إلى نبوءات دقيقة.

وفى أعقاب وفاة الإسكندر الأكبر (٣٥٦-٣٢٣ ق.م.)، الذى نشر التعاليم الفلسفية والثقافة الفكرية اليونانية عبر أرجاء غالبية العالم المعروف، بدأ التنجيم يتبوأ مكانة فى المجتمع اليونانى وسرعان ما طغى على الرصد الفلكى الخالص. وتحت تأثير الأفكار الشرقية صار نمط من التنجيم الدنيوى أمرًا شائعًا فى المجتمع اليونانى، وفيما بعد فى الحضارة الرومانية. وتوقف اكتفاؤه بالتنبؤ بالشئون الكبيرة للدولة أو العقيدة، واستغله الرواقيون كفن علاجى عملى. ونجد برهانًا قويًا على ذلك الاستخدام اليومى للتنجيم فى القصائد والمسرحيات الإغريقية الباقية التى تُظهِرُ أن مواقع الكواكب كانت تستخدم كدليل فى الشئون العادية.

ورغم وجود تأكيدات أحيانًا على تأثير القوى الخارقة للطبيعة على المجتمعات القديمة، إلا أن ذلك يحجب عن العيان المنجزات الحقيقية التى نتجت عن الاهتمام المتزايد بالرصد الفلكى. ومن بين أهم تلك المشاهدات رصد أرسطو (٣٨٤-٣٢٢ ق.م.) للكسوفات والتى أكدت على كروية الأرض، وكذلك النموذج شمسى المركز الذى قدمه أريستارخوس الساموسى (Aristarchus of Samos) (٣١٠-٢٣٠ ق.م.) والذى قرر أن الأرض تدور حول الشمس، والقياس الدقيق الذى أجراه إيراتوستنيز السيرينى

(Eratosthenes of Cyrene) (٢٧٦-١٩٤ق.م.) لمحـيط الأرض. وفى ٢٧٠ ق.م. ابتكر يوكسـودوس الكنيـدوسى (Euxodus of Cnidus) (ح ٤٠٠- ح ٣٥٠ ق.م.) نظامًـا آليًا متمركزًا حول الأرض يهدف إلى تفسير الحركات المرصودة للنجوم والكواكب. ويضاف إلى ذلك، وضع ذلك التقـدم فى الفلك أسس التطور العلمى للفلك. ونجد، على سـبيل المثـال، أن التـصنيف الذى وضـعـه هيـبـارخـوس (اشـتـهـر ١٤٦-١٢٧ ق.م.) لشـدة الاستضاءة لا يزال جزءًا من القاموس الفلكى الحديث.

وفيما بعد، صار كتاب "المجسطى" الذى ألفه بطليموس الفلكى الإغريقى (عاش فى القرن الثانى الميلادى) أكثر الأعمال التنجيمية العلمية التى أُنتِجَتْ فى العالم القديم الكلاسيكى تـأثيرًا. وعلى الرغم من أن النمـاذج التى قدمـهـا عن كـون يتـمـركز حـول الأرض وتدور حولها أجسام كروية متراكزة حولها كانت نماذج خاطئة، إلا أنها هيمنت على الفكر الغربى لأكثر من ألف عام.

وطوال سنوات اضمحلال الإمبراطورية الرومانية زالت المكانة الهشة للفلك العلمى بعد أن طغى عليها طغيانًا كاملاً تجدد الاهتمام بالتنجيم، أو بسبب تجنب كل من الفلك والتنجيم بوصفهما مناقضين لتعاليم الحضارة المسيحية البازغة.

تحول إغراء التـفـاسير التنجيـمـية فى الحـضـارة البـابلية القديمة إلى رغـبـة عند العلمـاء-الفلاسفة فى بلاد اليونان وروما لتعريف العناصر الأساسـية للحياة - وتبيان القـوى التى تؤثر فى تلك العناصـر. ويضـاف إلى ذلك، أن التنجـيـم المبكر قـدم نظرة متـماسكة وفقت بين علم الفلك والأسـاطير والعقـائد، وبهذا أسـهـمت فى الاسـتـقـرار الاجتمـاعى. وعززت التفـاسير التنجيمية من ظهور حـضـارة ومجتـمع مسـتقرين، تلك التفاسير التى قدمت إحساسًا بالسيطرة الإلهية ومصير للشئون البشرية ثابت وغير قابل للتغيير.

ك. لى ليرنر (K. LEE LERNER)

لمزيد من القراءة

Bronowski, J. *The Ascent of Man.* Boston: Little, Brown, 1973.

Deason, G. B. "Reformation Theology and the Mechanistic Conception of Nature." In *God and Nature: Historical Essays on the Encounter between Christianity and Science,* ed. by David C. Lindberg and Ronald L. Numbers. Berkeley: University of California Press, 1986.

Harrold , Frances B. and Raymond A. Eve., eds. *Cult Archaeology and Creationism: Understanding Pseudoscientific Beliefs about the Past.* Ames: University of Iowa Press, 1987.

العلماء القدامى يكتسبون معارف عن الكواكب

نظرة شاملة

نحن اليوم نعلم أن الكواكب تسعة أجرام كروية كبيرة تدور حول الشمس وتعكس ضوء الشمس وأن الأرض كوكب. وقد أتت هذه المعارف من الرصد والنظريات التى نشأت وتطورت عبر القرون وهى تختلف تمام الاختلاف عن الأفكار التى كان القدماء يعتنقونها عن الكواكب. وفى الحق، فإن بعض الكواكب التى نعرفها اليوم لم تكن معروفة فى الأزمنة القديمة لأنها لا تُرَى دون الاستعانة بتلسكوب.

وما يطلق عليه النجوم الثابتة هى نجوم ذات مواقع ثابتة بالنسبة لبعضها البعض وتتحرك كلها بانتظام. وفى كل ليلة يبدو أنها تتحرك فى اتجاه الشرق عبر السماء. وعند شروق الشمس فى كل صباح ينتقل موقعها تجاه الشرق قليلاً بالنسبة لليوم الذى قبله بحيث يبدو أن موقع إشراق النجم يدور دورة كاملة حول الأرض كل سنة. أما القمر والشمس والكواكب الخمسة التى تشاهد بالعين المجردة - وبالتالى كانت مرئية للقدماء - فتسلك سلوكًا مختلفًا. فتتغير مواقعها يوميًا بالنسبة لبعضها البعض ولمواقع النجوم الثابتة. وبذلك أطلق القدماء تعريف الكواكب على كل الأجسام الساطعة فى السماء التى تتحرك بصورة مختلفة عن حركة النجوم. وتعنى الكلمة اليونانية لهذه الأجرام (planetes) "الهائمون على غير هدى"، وتكشف عن حركتها غير المنتظمة. وفى الأصل اكتشف القدماء سبعة كواكب. وهى الشمس والقمر إضافة إلى الكواكب الخمسة المرئية وهى المشترى والمريخ وعطارد وزحل والزهرة.

الخلفية

كانت السماء فى الأزمنة القديمة مَعلَمًا أكثر سيطرة على الحياة من اليوم بكثير. ولما كان الناس يقضون خارج بيوتهم أوقاتًا أكثر بكثير ولم يكونوا يملكون أضواء كهربية مبهرة، فقد كان البشر المبكرون أكثر وعيًا وإدراكًا بالظواهر السماوية. ومنذ أزمنة مبكرة، قبل التاريخ المكتوب بزمن بعيد على ما يبدو، شرع البشر فى محاولة فهم العالم من حولهم بمحاولة التوصل إلى شيء من النظام فى الأجرام السماوية التى تبدو فى حال من الفوضى والعشوائية. فلاحظوا أن للنجوم مواقع ثابتة بالنسبة لبعضها البعض واستنبطوا أنماطًا للنجوم، وجمعوهم فى مجموعات وأطلقوا عليها أسماءً. وأطلقوا على تلك الأنماط اسم بروج. كما لاحظوا أيضًا انتظام بعض الأحداث وشرعوا فى الربط بين ذلك الانتظام وأحداث طبيعية فى العالم من حولهم. وكان ذلك صحيحًا على وجه الخصوص فيما يتعلق بنشاط الشمس والقمر.

تنحرف الشمس ما يقرب من درجة فى اتجاه الشرق كل يوم بالنسبة للنجوم الثابتة. وهى تتحرك فى سنة واحدة (٣٦٥ يومًا) ٣٦٠ درجة. ويتفاوت ارتفاعها فى السماء على مدار السنة. وكان من الواضح أن حركتها مرتبطة بتغيرات الفصول، وبالدفء والبرد، وبالأوقات المناسبة للزراعة وجنى المحاصيل. ويتحرك القمر بثبات بالقرب من مسار الشمس فى السماء (ويطلق على مسار الشمس دائرة البروج)، ويتخطى الشمس كل ٢٩,٥ يومًا، ويتعاظم حجمه ويتراجع طوال ذلك الوقت. ولاحظ الناس أن أمورًا مثل المد والجزر ودورة الطمث عند النساء ترتبط بشكل ما بتلك التغيرات المنتظمة للقمر.

وبسبب الانتظام الذى لوحظ على الشمس والقمر وتأثيراتها الظاهرية على الأنشطة الأرضية، افتُرِض أن الكواكب الخمسة الأخرى لها أيضًا انتظام وتأثيرات مماثلة. غير أن الكواكب الخمسة كانت تسلك سلوكًا مختلفًا إلى حد ما عن الشمس والقمر. ورغم أنها تتحرك عبر السماء فى اتجاه الشرق بصفة عامة فى مسارات

مشابهة لمسارات الشمس والقمر (دائرة البروج)، إلا أنها أحيانًا تتحرك غربًا (ويطلق عليها الحركة التراجعية) لفترة من الزمن قبل أن تستـأنف مسارها الشرقى. ويبدو مصطلح "الهائمون على غير هدى" مناسبًا لهم. ورغم أن البرهان على أن سلوكيات تلك الكواكب كانت تؤثر تأثيرًا مباشرًا على رفاهية حياة القدماء، قد لا يكون على نفس الدرجة من الوضوح مثل تأثيرات الشمس والقمر، إلا أنهم كانوا مقتنعين بتلك العلاقة ودرسوا تحركات الكواكب فى محاولة منهم لفهم سلوكياتها والتنبؤ بها.

وقد نشأ علم التنجيم [قراءة الطالع]، وهو علم زائف، من رحم تلك الجهود الرامية إلى التنبؤ بتأثيرات الكواكب على الأحداث على الأرض. ولما كان الجانب الأكبر من التنجيم يعتمد على التنبؤ بمواقع الكواكب المتجولة بين البروج فى دائرة البروج، فقد قام المنجمون برصد دقيق لمواقع الكواكب وحاولوا أن يبتكروا طرقًا رياضياتية لتلك التنبؤات. ونتيجة لذلك، حدث تقدم ملحوظ فى الفلك، مثل الرصد العلمى واكتساب معارف خاصة بظواهر سماوية. وشمل ذلك التقدم أيضًا ابتكار وسائل لتحديد الزمن وإعداد التقاويم، وتحديد الاتجاهات وتحسين وسائل تحديد موقع المرء أثناء الترحال لمسافات بعيدة (الملاحة)، وللتنبؤ بتكرار الأحداث الموسمية وبالتالى تحسين الزراعة.

التأثير

لما كانت سلوكيات الكواكب السبعة (الخمسة المرئيين إضافة إلى الشمس والقمر) تختلف اختلافًا شاسعًا عن سلوكيات النجوم الثابتة، وكذلك بسبب أن سلوكياتها بدا أنها تؤثر فى العالم وفى حياة البشر، فإن القدماء نسبوا إلى الكواكب تلك الصفات الشبيهة بصفات الآلهة. ولم تقتصر هذه النسبة إلى الكواكب على سكان منطقة جغرافية بعينها وإنما شملت العالم كله. وثمة أدلة من "العالم الجديد" أن ثقافات ما قبل تاريخية عديدة، شملت المايا وهنود جنوب غربى أمريكا، كانوا يعتبرون أن

الكواكب وغيرها من الأجرام السماوية تمتلك قوى الآلهة. وتشهد نقوش الصخور والحلقات الحجرية ما قبل التاريخية فى أوروبا وبريطانيا العظمى وغيرها من المناطق، على السمات الدينية للأجرام السماوية.

قام المصريون بعمليات رصد ورسموا خرائط للأبراج. ويبدو أنهم قد اعتبروا الكوكب الذى نسميه الزهرة إلهًا، وقد عُثر على خرائط لبروج كشف الطالع تذكر الكواكب، وبالذات النجم الكلبى سوثيس (سيريوس، أو الشعرى اليمانية) ويعود تاريخها إلى ٢٢١ ق.م. غير أنه لا يبدو أن جهودًا منتظمة قد بُذلت لتطوير طرائق حسابية للتنبؤ بحركة الكواكب. وبالمثل، كان الصينيون والفرس والهنود القدماء على دراية بالكواكب وسلوكياتها ولكنهم لم يبذلوا إلا جهدًا ضعيفًا للقيام برصد دقيق أو تطوير طرق للتحليل الكمى.

وقاد البابليون عملية تطوير التنجيم، وبالتالى الفلك. فبدءًا من حوالى ١٨٠٠ ق.م. قاموا برصد منهجى، وابتكروا نظريات، وقاموا بتنبؤات دقيقة تتعلق بحركة الكواكب والشمس والقمر. وعثر الأثريون على ألواح مسمارية تحوى حسابات مفصلة وقوائم بمواقع النجوم والكواكب، وكذلك عثروا على أدلة تشير إلى أن تلك المعلومات كانت تستخدم فى التنبؤات التنجيمية. وكان سرجون الأكّادى، الذى حكم فى بلاد الرافدين حوالى سنة ٢٠٠٠ ق.م.، يستخدم المنجمين لاختيار الأوقات السعيدة لتنفيذ أنشطته المهمة، وكذلك كان إسارحدون، الذى حكم من ٦٨١ إلى ٦٦٨ ق.م.، يعتمد بشدة على المنجمين. ويعود تاريخ أقدم خريطة للبروج عُثِرَ عليها وتشير إلى مواقع الكواكب فى دائرة البروج إلى ٤١٠ ق.م. واشتهرت بلاد الكلدانيين، وهى من أقاليم بابل، بمنجميها، ولا يزال المصطلح "كلدانى" مرادفًا لكلمة منجم. وكان كل أرجاء العالم القديم ينشد خدمات المنجمين الكلدانيين، الذين نشروا أفكارهم التنجيمية والفلكية ونظرياتهم فى مصر وبلاد اليونان.

وكان الإغريق يربطون بين الكواكب وآلهتهم الأسطورية، مثلهم فى ذلك مثل البابليين وغيرهم من الشعوب. وأطلقوا اسم إلههم الرئيسى "زيوس" على الكوكب الذى

كان البابليون يسمونه "نبرو". وفيما بعد أطلق الرومان على نفس الكوكب اسم "جوبيتر" [المشترى عند العرب] وهو الاسم الذى ما زال مستخدمًا حتى اليوم. وبالمثل، أصبح "دلبات" البابلى "أفروديت" اليونانى و"فينوس" الرومانى إلهة الحب والجمال. وصار "سيحتو" "هرمس" اليونانى ثم "ميركيورى" الرومانى الإله المرسال [عطارد عند العرب]. وأصبح "كايامانو" يعرف عند الإغريق باسم "كرونوس" وعند الرومان باسم "ساتيرن" [زحل عند العرب]. وتحول الكوكب البابلى "سالباتانو" إلى الإله اليونانى "أريس" ثم إلى الإله الرومانى "مارس" إله الحرب [المريخ عند العرب].

أطلق البابليون أسماء الكواكب السبعة على أيام الأسبوع، مما يعكس مكانة الكواكب واستخدامها فى تحديد الوقت. وحذا الرومان حذو هذا المثال، والأسماء الإنجليزية الحالية مأخوذة من الأسماء الأنجلو-سكسونية لآلهة الأساطير التيوتونية. فيوم الأحد (Sunday) هو يوم الشمس؛ والاثنين (Monday) هو يوم القمر. وأُطلق الثلاثاء (Tuesday) على اسم "تيو" إله الحرب التيوتونى (وهو المعادل لمارس عند الرومان). وجاء الأربعاء (Wednesday) من الإله التيوتونى الرئيسى "وودن" (ميركيورى أو عطارد). وجاء الخميس (Thursday) من "ثور" إله الرعد (جوبيتر). وأُخِذ الجمعة (Friday) من "فريا" إلهة الحب والجمال (فينوس).

وعلى غرار البابليين، لم يفرق الإغريق بين التنجيم والفلك. وفى الحق، بقى التنجيم الدافع الرئيسى لدراسة السماوات حتى نهاية العصور الوسطى. غير أن الإغريق طبقوا طرائقهم الفلسفية فى الفكر العقلانى على الظواهر السماوية وقاموا بإسهامات مهمة فى فهم الكواكب. وكان الإغريق يؤمنون بأن دائرة البروج تلعب دورًا ذا أهمية خاصة فى الكون، وبنوا الكثير من فهمهم لحركة الكواكب على المدارات الدائرية للأجرام الكروية.

ويعزى إلى يودوكسوس الكنيدوسى (ح ٤٠٨- ح ٣٥٥ ق.م.) فضل وضع أول نظرية عن حركة الكواكب. فقد اقترح وجود مجموعة من الأجسام الكروية البللورية المتداخلة ترتبط بها النجوم والشمس والقمر والكواكب. وتتمركز هذه الأجسام الكروية

حول الأرض بطرق شتى، مما يفسر تحركاتها التى تشاهَد من الأرض. وحوَّر أرسطو (٣٨٤-٣٢٢ ق.م.) نظرية يودوكسوس وتوسع فيها. واقترح أريستارخوس الساموسى (القرن الثالث ق.م.) أن الظواهر السماوية المرصودة يمكن تفسيرها على وجه أفضل إذا كانت الأرض تدور حول محورها مرة كل ٢٤ ساعة وكانت الكواكب الأخرى تدور حول الشمس. غير أن هذا النموذج لم يلق قبولاً وتم رفضه.

جمع بطليموس (ح ١٠٠-١٦٥م) الفلك الإغريقى، بما فيه نظرية حركة الكواكب المتراكزة حول الأرض، وهذبه ووضعه فى كتابه "المجسطى". وبدلاً من نظرية الأجسام الكروية البللورية المتداخلة التى قال بها يودوكسوس، اقترح بطليموس مدارات دائرية تتمركز حول الأرض يدور فيها كل كوكب بسرعته الخاصة المميزة. ولكى يتمكن من تفسير الاختلافات الظاهرة (بما فيها الحركة الارتجاعية)، اقترح أن كل كوكب يتحرك بسرعة موحدة حول دائرة صغيرة يقع مركزها على محيط المدار الدائرى (الناقل) الذى تقع الأرض فى مركزه. كما أنه نقل مركز الأرض قليلاً من مركز الدوائر الكوكبية (وهى دوائر كبيرة تتمركز حول الأرض) وبذلك تحولت إلى دوائر غير متحدة المركز.

واستمر النموذج البطليموسى المتراكز حول الأرض النموذج المقبول للنظام الكوكبى حتى نجح فى تحديه كوبرنيكوس (١٤٧٣-١٥٤٣) وكبلر (١٥٧١-١٦٣٠) وجاليليو (١٥٦٤-١٦٤٢) الذين أعادوا تقديم نموذج حركة الكواكب الذى تدور فيه الكواكب، بما فيها الأرض، فى مدارات بيضاوية حول الشمس. وترتب على المعالجة الرياضياتية الناجحة لهذا النموذج التى قام بها نيوتن (١٦٤٢-١٧٢٧) قيام الثورة العلمية.

ج. وليم مونكريف (J. WILLIAM MONCRIEF)

لمزيد من القراءة

Evans, James. *History and Practice of Ancient Astronomy*. New York: Oxford University Press, 1998.

Hoskin, Michael A. Cambridge Illustrated History of Astronomy. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

Rey, H. A. *The Stars, A New Way to See Them.* Boston: Houghton Mifflin Company, 1975.

نشأة التقاويم

نظرة شاملة

كان تتبع مرور الزمن من الأمور التى شغلت بال البشر واستحوذت على اهتمامهم منذ فجر التاريخ. وساعدت التقاويم المجتمعات على فهم تغيرات الفصول وتتبعها وتحديد انصرام الزمن بين الأحداث الإنسانية المهمة مثل العطلات الدينية. غير أن صنع تقاويم دقيقة كان تحديًا هائلاً وأثبت أنه كان دافعًا كبيرًا لتقدم الفلك والرياضيات منذ بلاد الرافدين القديمة وحتى أوروبا فى العصور الوسطى.

الخلفية

تكشف بعض الدلائل المبكرة للتاريخ المسجل عن أهمية التقاويم لكل الحضارات. وعُثر على بقايا تقاويم من حضارات ما قبل التاريخ فى ستونهنج (Stonehenge) فى إنجلترا كما عُثر عليها فى مواقع فى الأمريكتين، ولكن تقاويم المصريين والبابليين هى من بين أقدم التقاويم التى يملك المؤرخون عنها أدلة وافية مفصلة. وقد اعتمد التقويم المصرى على قواعد عملية وليس على بحوث فلكية مفصلة؛ بمعنى أنه كان تقويمًا مقصودًا به تيسير الحياة المدنية وليس تقويمًا ظهر كنتيجة لملاحظات فلكية أو بهدف الوصول إليها. فكانت السنة مكونة من ١٢ شهرًا وكل شهر من ٣٠ يومًا، وخمسة أيام إضافية أو كبيسة (نسيئة) فى نهاية العام. ومما هو مثير للتناقض أن ذلك التقويم، مع بساطته الموثوق بها، أصبح مرجعًا تقليديًا واسع الاستخدام للحسابات الفلكية التى كانت ما تزال قيد الاستعمال فى أيام نيكولاوس كوبرنيكوس

(١٤٧٣-١٥٤٣). وفى حين لم يستغل فيه المصريون الملاحظات الدقيقة أو الرياضيات لصنع تقويمهم، إلا أنه رغم ذلك لعب دوراً مهماً فى تاريخ العلم.

ابتكر كلٌ من البابليين والإغريق أنظمة تقويمية أشد رقيًا بكثير. كان البابليون فلكيين متطورين. وكان تقويمهم مبنيًا فى المقام الأول على رصد القمر - فكان الشهر البابلى الجديد يبدأ بالأمسية التى يشاهَد فيها الهلال لأول مرة عند الغسق، وكانت الأيام تُحسَب من غروب الشمس إلى غروب شمس اليوم التالى. (كانت الحضارات المختلفة تحدد تعريفًا مختلفًا لليوم، فتتباين بدايته فى أوقات مختلفة بين الفجر إلى منتصف الليل). ورغم أن الهلال الجديد يبدو وسيلة سهلة وبديهية لتحديد بدايات التقويم، إلا أنه فى الحقيقة يتسبب فى مشاكل بالغة التعقيد بسبب الاختلافات الضئيلة فى التوفيق بين كل دورة قمرية ودورة شمسية. وكان اهتمامهم العميق بالرصد التنجيمى والفلكى، مقرونًا مع تقويمهم المعقد قد نتج عنه تطور متقدم فى الطرق الرياضياتية عند البابليين. واستُمِد التقويم اليهودى، الذى يعود تاريخه إلى حوالى القرن التاسع الميلادى وما يزال مستخدمًا فى أغراض دينية فى القرن الحادى والعشرين، استُمِد من التقويم البابلى مجتمعًا مع حسابات توراتية ليضع تاريخ خلق الكون عند ٣٧٦١ ق.م. تقريبًا.

على شاكلة البابليين، أنتج الراصدون الإغريق تقاويم فلكية منذ زمن مبكر يعود إلى القرن الخامس ق.م. وبدورهم أيضًا تصارعوا مع تحديات التوفيق بين الرصد القمرى والشمسى فنظراً لأن السنة الشمسية ليست من المضاعفات الصحيحة للشهر القمرى، فإن المرء لا يستطيع أن يصنع تقويمًا بسيطًا يلائم بين الشهور والفصول والسنين. وجرب الفلكيون الإغريق تخطيطًا مبكراً عندما لاحظوا أن ١٩ سنة شمسية تكاد تساوى ٢٣٥ شهراً قمريًا، كما حاولوا أن يصمموا تقويمًا يتضمن ١٢ سنة من ١٢ شهراً و٧ سنوات من ١٣ شهراً فى كل دورة مكونة من ١٩ سنة. وأدخل هيبارخوس تحسينات على هذا التقويم فى القرن الثانى ق.م. آخذًا فى اعتباره مبادرة الاعتدالين. وأتاح له ذلك أن يحدد طولاً للسنة شديد القرب من الحسابات الحديثة.

واستخدم هذا التقويم المعقد لأغراض البحث الفلكي لكنه لم يكن له إلا أثر ضئيل على الحياة المدنية، لأن السياسيين في الدول-المدن الإغريقية المختلفة فضلوا أن يستخدموا بدلاً منه تقاويم قمرية، وكانوا يعدلونها حسب الرغبة لتناسب احتياجاتهم.

وفي كل مكان آخر في العالم قامت المجتمعات بجهد كبير في سبيل إنتاج تقويم، تدفعها نفس الاحتياجات وتواجهها نفس التحديات. ويعود تاريخ أقدم تقويم هندي معروف، والذي بُني أساسًا على دورات القمر مع التعديلات الضرورية وفقًا لحسابات الشمس، إلى سنة ١٠٠٠ ق.م. وتشير النقوش القديمة المرسومة على العظام إلى أن الصينيين كانوا بالفعل قد توصلوا إلى أن طول السنة الشمسية يبلغ ٣٦٥ يومًا وربع وأن الشهر القمري يبلغ طوله ٢٩,٥ يومًا في زمن مبكر يصل إلى القرن الرابع ق.م. كما استغل الصينيون أيضًا العلاقة التي اكتشفها الإغريق بين السنة الشمسية والشهور القمرية - وفي الحق، ربما كان الصينيون قد اكتشفوا تلك العلاقة قبل الإغريق. وفي الأمريكتين، استخدمت الحضارات، بما فيها حضارة المايا تقويمًا محليًا مكونًا من ٢٦٠ يومًا وتقويمًا شمسيًا من ٣٦٥ يومًا، وبحساب هذين التقويمين سويًا تنتج دورة من ٥٢ سنة تعرف باسم دائرة التقويم.

التأثير

كانت الجمهورية الرومانية المبكرة تعتمد على تقويم قمري أصبح بمرور السنين غير متطابق مع الفصول المناخية بصورة مثيرة للإحباط. وفي منتصف القرن الأول ق.م. دعا يوليوس قيصر (١٠٢-٤٤ ق.م.) فلكيًا سكندريًا لإصلاح التقويم الروماني. وحفز ذلك على تبني تقويم شمسي في جوهره به ٣٦٥ يومًا وربع في السنة؛ وتقرر أن يكون طول السنة ٣٦٥ يومًا مع إضافة يوم كل أربع سنوات. واحتاج هذا التقويم "اليولياني" إلى تعديلات لاحقة، بسبب الأخطاء في تحديد التواريخ وحساب التغيرات. غير أنه أثبت قوته واستمر هو التقويم السائد في أوروبا حتى القرن السادس عشر.

وفى أوروبا المسيحية كان الاهتمام الأعظم أن يكون التقويم قادرًا على تحديد أيام الصوم، وبخاصة عيد الفصح. وفى القرون المبكرة للمسيحية كانت الطوائف المختلفة تحتفل بعيد الفصح فى أيام مختلفة، وكان من بين أسباب ذلك تضارب الأسانيد فى الأناجيل الأربعة. وبهذا كانت مبررات اختيار تاريخ بعينه على درجة قصوى من الأهمية فى تدعيم السلطان المطلق لكل كنيسة. وكان السعى وراء التوصل إلى معطيات فلكية دقيقة لتدعيم الاختيار الصحيح لعيد الفصح حافزًا كبيرًا لجمع الكنيسة لمعارف شمسية وقمرية. وكان تاريخ عيد الفصح يعتمد على كل من الاعتدال الربيعى ومراحل القمر، وبهذا كان يحتاج إلى التوفيق بين التقويمين الشمسى والقمرى – وهو التحدى الأبدى الذى يواجهه تصميم التقاويم. ويضاف إلى ذلك أن تاريخ عيد الفصح يعتمد أيضًا على تاريخ عيد الفصح فى التقويم اليهودى، الذى يتم فيه حساب الأيام بحيث تبدأ عند غروب الشمس وبهذا فإن توفيقها مع التقاويم الأخرى من الأمور المثيرة للارتباك. وكان رجال الكنيسة فى العصور الوسطى يعتمدون على نظام نمطى للتواريخ لاختيار يوم الأحد السابق لعيد الفصح فى سنة معينة. وفى النهاية قرروا أن هذه الطريقة غير مرضية، لأنها كانت تقع أحيانًا خارج الدورة الفلكية لاكتمال البدر.

وفى القرن السادس عشر دخلت الجهود الرامية إلى تحديد يوم عيد الفصح فى أزمة. فقد تفاقمت الأخطاء التقاويمية لدرجة أن الاعتدال الربيعى ابتعد عشرة أيام عن موعده الحقيقى. وبدأ البابا سنة ١٥٤٥، تحت ضغوط مجمع ترنت (Trent) الكنسى، فى محاولة لتصحيح الأوضاع. ولم يتم التوصل إلى حل حتى سنة ١٥٨٢ عندما تم أخيرًا تطبيق مجموعة من الإصلاحات التى اقترحها فلكيون. وبالإضافة إلى وضع قواعد جديدة لحساب تاريخ عيد الفصح، فإن التقويم "الجريجورياني" الجديد قام بتعديل عدد السنوات الكبيسة وغَيَّرَ قليلاً من طول السنة. ولم يتم تقبل التقويم الجريجوريانى بصورة متماثلة فى كل أرجاء أوروبا، واستغرق الأمر أكثر من ثلاثة قرون قبل أن تتبنى كل أوروبا فى النهاية التقويم ذا "الشكل الجديد". وفى الحقيقة، لم تَتَبَنَّهُ بلاد اليونان إلا سنة ١٩٢٣.

كان تصميم التقاويم والمحافظة عليها على مر التاريخ مشروعًا يدعمه كل من العلم والحياة المدنية. وكان الكل يعلم أن جمع معلومات فلكية دقيقة يعتبر أمرًا مهمًا فى تصميم التقاويم، وعلى مر التاريخ كانت الرغبة السياسية فى التوصل إلى تقاويم مفيدة وعملية حافزًا على البحث الفلكى ومؤازرًا له. وأوضحت ذلك الكنيسة الكاثوليكية بصورة مثيرة فيما بين القرنين السادس عشر والثامن عشر. وفى نفس الوقت الذى كانت فيه الكنيسة تدين فلكيين من أمثال جاليليو (١٥٦٤-١٦٤٢) لتأييده لفرضية كوبرنيكوس بأن الأرض تدور حول الشمس، كان الفلكيون الذين ترعاهم الكنيسة يستغلون نماذج كوبرنيكوس للحصول على المعطيات اللازمة لتحديد مواعيد عيد الفصح وأيام الأعياد المسيحية الأخرى. وفى الحقيقة تم تصميم العديد من الكاتدرائيات الرئيسية بحيث تستخدم كمراصد شمسية بهدف المزيد من تيسير تلك الأبحاث.

ومع انتشار التواصل فى العالم، اشتدت الحاجة إلى تقاويم مشتركة أو على الأقل وسائل موثوق بها لترجمة التواريخ من تقويم إلى آخر. كما أصبح العلماء والمهندسون يحتاجون إلى وسائل أكثر دقة لضبط الوقت، مما ترتب عليه المزيد من التعديلات المتقنة للتقاويم العملية المستخدمة فى القرنين العشرين والحادى والعشرين. والتقاويم هى المرشد الهادى لأنماط الطبيعة والكون القابلة للتنبؤ بها رغم تعقيداتها. وكثير من الصعوبات التى تكتنف صناعة التقاويم كانت معروفة فى الأزمنة القديمة، وساندت التطورات والتحسينات التقاويمية والفلكية تطور بعضها البعض لعدة قرون. ولعل ابتكار التقاويم وتحسيناتها أقدم مثال على لجوء السياسيين والزعماء المدنيين والدينيين إلى الخبراء العلميين بحثًا عن إجابات وحلول لمشاكل عملية. وعلى مر القرون نمت تلك العلاقة بين العلم والسلطان بحيث شملت مجالات تتراوح بين العتاد والدواء، لكن أيًا منها لم يصل لدرجة أهمية ابتكار التقاويم الدنيوية وأهميتها الأساسية فى الحياة المدنية.

لورين بتلر ففى (LOREN BUTLER FEFFER)

لمزيد من القراءة

Berry, Arthur. *A Short History of Astronomy from Earliest Times through the Nineteenth Century.* New York: Dover, 1961.

Dreyer, J.L.E. *A History of Astronomy from Thales to Kepler.* New York: Dover Press, 1953.

Evans, James. The History and Practice of Ancient Astronomy. New York/ Oxford: Oxford University Press, 1998.

Heilbron, J.L. The Sun in the Church: Cathedrals as Solar Observatories. Cambridge: Harvard University Press, 1999.

Lindberg, David. The Beginnings of Western Science. Chicago: University of Chicago Press, 1992.

Lloyd, G.E.R. Early Greek Science: Thales to Aristotle. Cambridge: Cambridge University Press, 1970.

Lloyd, G.E.R. Greek Science after Aristotle. Cambridge: Cambridge University Press, 1973.

Neugebauer, Otto. The Exact Sciences in Antiquity. Princeton: Princeton University Press, 1952. Richards, E.G. Mapping Time: The Calendar and its History. Oxford: Oxford University Press, 1998.

أهمية الكسوف والخسوف عند المجتمعات القديمة

نظرة شاملة

كان البشر يتطلعون دائماً إلى إدخال النظام والاستقرار فى حيواتهم. ومنذ أقدم العصور، كان القدماء يدركون جلال السماوات وديمومتها. وبمرور الزمن ربطت المجتمعات المبكرة بين الأهمية الدينية والروحية وبين الحركات المنتظمة فى عالم السماوات. وعندما كان يقع حدث فلكى مثل كسوف الشمس، كانت غالبية الشعوب القديمة تعتقد أنه من فعل كائن إلهى. وعندما كانت أشعة الشمس أو ضياء القمر ينطفئ؛ كانت غالبية المجتمعات المبكرة تؤمن بأن ذلك فأل سيئ؛ وأن كارثة من نوع ما على وشك الحدوث.

الخلفية

كانت الحياة عند الإنسان المبكر قصيرة وصادمة، وكان يتوق إلى الاستقرار فى عالم تحكمه التغيرات. ونجح البشر فى البقاء فى مناخ بالغ التنافسية لأنهم كانوا يمتلكون ميزة مهمة على الحيوانات. وأتاحت لهم مخاخهم الكبيرة على وجه الخصوص تطوير مهارات ذهنية بارعة أصبحت فى نهاية المطاف أقوى أدواتهم. وامتدت هذه القدرة على التفكير المنطقى إلى وسائل للتطبيق العملى لأن أياديهم كانت متحررة من أعمال الحركة، فقد كانوا يسيرون على أرجلهم فقط، ومنحتهم قدرة إبهاماتهم على التقابل مع أصابعهم مهارة ابتكار الأدوات والأسلحة واستخدامها.

وكان البقاء المبكر للبشر على قيد الحياة مرهونًا بهذا الجمع القوى بين المنطق والقدرات الجسدية. وكان أهم شىء أن أسلاف البشر طوروا المهارة الذهنية الخاصة بالتعرف على العلاقة بين الأسباب والنتائج. فمثلاً، أتاحت لهم تلك المهارة أن يربطوا بين برك المياه وقطعان الحيوان والصيد الناجح. وبمرور الزمن، حفز هذا الإدراك بأن الحقيقة تدور حول هذا النموذج الذهنى للأسباب والنتائج على أن يبحثوا عن السبب الأساسى لكل الظواهر الطبيعية. وفى نهاية المطاف، أعطوا مسحة روحية لكل القوى التى لم يستطيعوا السيطرة عليها. فساد الاعتقاد بأن الرياح والأمطار والرعد والجفاف - بل أية أحداث عنيفة طبيعية من أى نوع - كلها من عمل كائنات روحانية بالغة القوة. وفى النهاية تطورت تلك الأفكار إلى لاهوت بدائى منح تلك الكائنات القوية سيطرة على كل مناحى الوجود.

كما أن الاعتقاد بأن الآلهة تسيطر على قوى الطبيعة أجبر هؤلاء الأسلاف المبكرين على محاولة تطوير تقنيات للرجم بالغيب والنبوءات. كما دفعتهم هذه الموروثات الفكرية إلى تفسير الظواهر الطبيعية كعلامة على إرادة الكائنات المقدسة ورغباتها.

وفى النهاية، اتجه هذا البحث عن تفاسير للظواهر الطبيعية إلى السماوات. ولما كان التغير، الذى كان عنيفًا أحيانًا، من الثوابت فى حيوات مجتمعات العصر الباليوليثى (الحجرى القديم)، فقد اتجهوا إلى البحث عن شىء من الاستقرار فى حياتهم. وأدت بهم الملاحظة الدقيقة للسماء إلى رؤية مملكة السماوات بما فيها من اتساق ودوام. ومع اجتماع ذلك مع إدراك أن أشد الأحداث الطبيعية إثارة تحدث فى السماء، فقد وصل المجتمع الباليوليثى إلى قناعة أن السماء من فوقهم هى مجال نفوذ تلك الكائنات القوية التى تملك ذلك التأثير الهائل على حياتهم اليومية. ومن البديهى أن ذلك زاد من أهمية الأحداث الفلكية، ومنذ اللحظات الأولى للرصد المنظم اكتسبت تلك الأحداث السماوية أهمية دينية كبيرة.

ولقد تعاظمت القدرات الذهنية للبشر مع بدء الثورة النيوليثية (العصر الحجرى الحديث). وأسهمت الزراعة المستقرة ونشأة المدن بشكل كبير فى إعادة تركيب المجتمع البشرى، وأسرعت من خطى ابتكار مهارات جديدة. وكان اختراع الكتابة هو أهم تقدم فذ ومتميز حدث فى العصر الحجرى الحديث. تطورت هذه الأداة الثورية من محاولات مبكرة لتسجيل كميات فائض الطعام إلى الابتكار النهائى لنظام للتعبير عن الذات بحيث يمكن تسجيل ونقل كل شىء بدءًا من تسجيل إحصائيات أساسية إلى مناقشة أفكار معقدة وانتقالها والحفاظ عليها.

وخلق ذلك أكبر نمو فى المعرفة والإبداع فى التاريخ البشرى؛ لأن الكتابة سمحت بحياة ذهنية أكثر دقة وتفصيلاً. وفى مجال التساؤلات العلمية ثبت أنها مهارة ثورية. وزادت القدرة على الاحتفاظ بمعطيات شاملة من دقة البحوث العلمية. وكان ذلك صحيحًا على وجه الخصوص فى جمع المعطيات الفلكية، التى كانت على درجة كبيرة من الأهمية فى صنع أول تقاويم. وقد أعتمد مجتمع العصر الحجرى الحديث بشدة على دقة تلك التقاويم فى بناء أنظمة للرى وإدارتها، وهى التى كانت أساس الثورة الزراعية فى العصر الحجرى الحديث. وتزامن ذلك مع نشأة أفكار دينية أكثر تجريدية ونشأة أدب ملحمى مبكر، استخدم فى نقل أفكار وقيم جديدة.

ونشأ ارتباط فكرى بين المعتقدات الدينية حديثة العهد وعلم الفلك. واستمرت مفاهيم العصر الحجرى القديم عن مملكة السماء حتى ثورة العصر الحجرى الحديث. ونمت أهمية ذلك الارتباط مع اشتداد الحاجة إلى معطيات فلكية دقيقة. وازدادت أهمية الأحداث السماوية لأنها ربطت بين أفعال الآلهة ونجاح المغامرة الزراعية الكبيرة فى العصر الحجرى الجديد. وأثبتت أحداث مثل الكسوف والخسوف اختلال كل من الأنظمة الطبيعية والدينية للكون.

ليس ثمة إلا القليل من الأحداث الفلكية التى لها تأثير يماثل تأثير كسوف الشمس أو خسوف القمر. فإظلام السماء، سواء نهارًا أو ليلاً كانت تلك المجتمعات تنظر إليه بوصفه اختلالاً للنظام الطبيعى للكون.

التأثير

كان سكان بلاد الرافدين الأوائل هم أول مجتمعات العصر الحجرى الحديث التى تضع أسسًا علمية للفلك. ونظرًا لأن المناخ فى تلك المنطقة كان قاسيًا ولا يمكن التنبؤ به، فقد كان من الأهمية بمكان إجراء تنبؤات دقيقة تتركز حول مواعيد سقوط الأمطار الغزيرة. وحدا هذا الاهتمام بكثير من المفكرين الرافديين إلى أن يركزوا جهودهم على علم الفلك. ووضع هؤلاء الراصدون الأوائل للسماء سجلات بالغة التفاصيل، وجاء ذكر أول كسوف فى المنطقة فى سنة ١٣٧٥ ق.م. وبدءًا من حكم الملك نبوخذنصر (حكم ٧٤٧-٧٣٤ ق.م.) على الأقل، صار المجتمع البابلى يحتفظ بسجلات مفصلة للأحداث الفلكية، بما فيها كسوفات الشمس وخسوفات القمر. وفى نهاية المطاف، أصبح بمقدور الفلكيين البابليين أن يحددوا الفترات التى تفصل بين تلك الكسوفات، وهى فترات تتكرر بصورة عامة كل ١٨ سنة – وهى دورة تسمى "ساروس" (saros) – ومن بين الفلكيين البابليين المبكرين الذين حققوا اكتشافات مهمة خاصة بالكسوف كان نابوريمانى (عاش ح ٤٩٠ ق.م.) وكيدينو (عاش ح ٣٥٠ ق.م.).

وقد ابتكر كل من السومريين والبابليين عقائد دينية مبنية على مجمع من الآلهة التى تصوروها فى أشكال بشرية. وكانت لهذه الكائنات ذات البأس سمات بشرية مبالغ فيها. وكانت القناعة العامة السائدة فى هذين المجتمعين أن تلك الآلهة تسيطر على الظواهر الطبيعية وتتحكم فيها. وشكل كهنة بلاد الرافدين أول طبقة مثقفة عظيمة فى التاريخ، فقد جمعوا بين كونهم علماء ولاهوتيين. وكانت لهم مهمة هامة هى القيام بالطقوس اللازمة لاسترضاء الآلهة، وفى نفس الوقت إجراء الحسابات الفلكية التى تتطلبها أنظمة الرى عندهم. وفى النهاية اندمجت العقيدة مع الفلك، وصار يُنظر لحدث فلكى مهم مثل الكسوف على أن له تأثيرًا محتملاً على كل الناس فى بلاد الرافدين.

وكانت الصين القديمة مثالاً آخر للمزج بين العلم والثقافة. وتَمَثَّل ذلك فى هذه الحالة فى العلاقة بين الحكومة والفلسفة السياسية والعلم. وبحلول عهد أسرة شانج (١٦٠٠-١٠٥٠ ق.م.)، كان الفلك الاحترافى قد أصبح جزءًا من الدوائر الرسمية الحكومية. وكان هؤلاء المثقفون مكلفين بتتبع حركات الشمس والقمر بالنسبة للأرض. وتم أقدم تسجيل لكسوف شمسى فى وثائق أسرة شانج سنة ٢١٣٤ ق.م. وحدث أثناء حكم تلك الأسرة أن أصبحت فكرة أن الأحداث الفلكية تعكس رغبات الآلهة فكرًا مقبولاً على نطاق واسع.

وزادت أهمية الفلك، والكسوف على وجه الخصوص، ووصلت إلى ذرى غير مسبوقة بعد تبوء أسرة زو سدة الحكم (١٠٢٧-٢٢١ ق.م.). فقد قاد الدوق زو حملة عسكرية ناجحة ضد أسرة شانج. وأعلن الإمبراطور الجديد أن قضيته عادلة بسبب فساد أسرة شانج، وشرع فى خلق نموذج اجتماعى وسياسى جديد تمام الجدة. وأصبح يطلق على المعبود الرئيسى للصين "السماوات". وصار الحاكم الجديد الآن يعتبر ابن السماء، وحقوقه المقدسة صار يشار إليها بتعبير "تفويض" السماء. وكانت تلك الفلسفة السياسية الجديدة مبنية على تركيبة هرمية تنساب فيها السلطة من الإله إلى العاهل. وتستمر سلطات الملك طالما أنه ينعم بالحظوة عند الإله الرئيسى. ويحتفظ الحاكم بعلاقاته الإيجابية مع السماوات طالما كان المجتمع الصينى مستقرًا اقتصاديًا وسياسيًا. وبمجرد أن ينسى تلك المسئولية أو ينتهكها فإنه يفقد ذلك التفويض ويصبح لمنافس آخر الحق فى إسقاط حكومته. وأصبح للبيروقراطية المستندة إلى الفلك أهمية إضافية لأنها لعبت دورًا مهمًا فى تقوية تفويض السماء. وكان يُنظر إلى الأحداث السماوية المهمة الفجائية بوصفها علامة على سخط السماء. وإذا ما قامت الحكومة بإعلان دقيق عن كسوف شمسى كان ذلك يؤخذ دليلاً يؤكد حسن أداء الإمبراطور لواجباته. وعندما كان يحدث أن تخفق الدوائر الفلكية الحكومية فى التنبؤ بكسوف، كانت نتائج ذلك السياسية والاجتماعية وخيمة بدرجة قد تستوجب إعدام رئيس الدائرة بقطع رأسه.

تغيرت أهمية الكسوف والخسوف بصورة جذرية مع نشأة الحضارة اليونانية القديمة. وكان الإغريق الكلاسيكيون أول شعب يفصل بين العلم والدين. وكان ذلك نتيجة لرفضهم للتفاسير الدينية التقليدية للظواهر الطبيعية. ولقد كان الإغريق يؤمنون بأن العالم الطبيعى تحكمه قوانين كونية شاملة وليست أهواء كائنات فوق الطبيعة. ومن خلال تطور المنطق واستخدامه كان الإغريق يؤمنون بأن تلك القوانين الطبيعية من الممكن اكتشافها وفهمها واستخدامها لفائدة المجتمع البشرى. وكان فلاسفتهم المهتمون بالطبيعة أول من طور علم الكونيات كفرع من فروع الفلك، يبحث فى نشأة الكون وأسسه وقوانينه. ومن خلال بحوثهم حاول الإغريق أن يؤكدوا على العلاقة بين تلك القوانين الطبيعية والنظام الطبيعى للكون. وبنبذهم للمضامين اللاهوتية للأحداث الطبيعية نجح الإغريق فى التركيز الصارم على النتائج الأساسية لملاحظاتهم ومعطياتهم الرصدية. بدأ هؤلاء العلماء المبكرون، برصدهم للتفاعلات بين الشمس والقمر والأرض، بدءوا فى تطوير أول نماذج طبيعية للكون. وبرصدهم للكسوف من وجهة نظر طبيعية بحتة، نجح الإغريق فى اكتشاف كروية الأرض وأن الكسوف يحدث نتيجة تداخل حركات الشمس والقمر والأرض. وتجادلوا فيما إذا كانت الشمس أم الأرض هى مركز هذا النظام، وفى النهاية اختاروا الأرض من قبيل الخطأ. وعلى الرغم من ذلك كان الإغريق أول شعب يسأل أسئلة علمية بحتة ثم يبحث عن إجابات لها عن طريق الملاحظات العلمية. ومهّد هذا التحول من التخمينات اللاهوتية إلى الملاحظات العلمية الطريق للمكتشفات العلمية الكبيرة فى كل من الحضارتين الإسلامية والغربية.

ريتشارد د. فيتزجيرالد (RICHARD D. FITZGERALD)

لمزيد من القراءة

Krupp, E.C. *Echoes of the Ancient Skies: Astronomy of Lost Civilizations.* New York: Oxford University Press, 1983.

Temple, Robert. *The Genius of China: 3,000 Years of Science, Discovery and Invention.* New York: Simon and Schuster, 1986.

White, K.D. *Greek and Roman Technology.* Ithaca: Cornell University Press, 1984.

علوم الكونيات فى العالم القديم

نظرة شاملة

منذ عصور ما قبل التاريخ قامت المجتمعات البشرية بمحاولات لإدراك كنه الكون. وتسمى هذه الجهود علوم الكونيات، وهى جهود تستهدف فهم الكون ككل. وبينما فسرت أقدم علوم الكونيات المعروفة الظواهر بحكايات أسطورية، عمد الفلاسفة الإغريق فى القرن السادس ق.م. إلى البحث أولاً عن تفسيرات واقعية لحركات النجوم والكواكب. وبحلول عصر بطليموس فى القرن الثانى الميلادى كان قد تكوَّن علم كونيات ونموذج رياضياتى معقد للكون بقى دون تغيير تقريبًا حتى القرن السادس عشر.

الخلفية

ثمة دلائل على منجزات بابلية ومصرية فى الرياضيات والفلك والتنجيم يعود تاريخها إلى عام ٣٠٠٠ ق.م. وفى نهاية الأمر توصل البابليون إلى معلومات متناهية الدقة عن حركة الشمس والقمر والكواكب. واستغلت معارفهم الفلكية النظريات الرياضياتية، ولم تكتفِ بمجرد الرصد البصرى، وحفزتها على ذلك رغبة فى تسجيل الظواهر الدورية وفهمها (بما فيها الكسوف) لأهداف دينية وتنجيمية، وكذلك لتدعيم تقويمهم القمرى وأنشطتهم الزراعية. غير أن ذلك الفلك الرياضياتى المعقد لم يدلُ بدلوه فيما يتعلق بأسباب حركة الأجرام السماوية، ولا عن طبيعتها أو نشأتها. ولكى يجيبوا على تلك الأسئلة لجأ البابليون إلى الحكايات الأساطيرية عن سلوكيات آلهتهم.

فمثلاً تعزو إحدى الروايات البابلية نشأة العالم إلى علاقة جنسية بين إنكى إله المياه ونينهورساج ربة التربة. ولم يصل المصريون إلى نفس المستوى الرفيع والتطور الرياضياتى فى فلكهم، ولكن علم كونياتهم كان مقتصراً بصورة مشابهة على التفاسير الأساطيرية الكامنة فى تصرفات آلهة بعينها.

ترتب على الطفرة المفاهيمية والثقافية، التى انتقلت من تفسير الكون بأفعال نزوية متقلبة لآلهة وحيدة إلى تفاسير مبنية على مبادئ عامة شاملة أو قوانين، ترتب عليها إزالة أكبر عقبة فى تاريخ العلوم القديمة. وفى هذه الطفرة لم تُنْبَذ الآلهة أو الأساطير أو تُنَحَّ جانباً، ولكن دورها فى شرح نشأة العالم المادى وطبيعته تضاءل نتيجة لبحث الناس عن تفاسير للظواهر التى كانت منتظمة الحدوث ومتناسقة، وكانت فوق كل شىء طبيعية. وفى الوقت الذى تبدو فيه تلك التفاسير الطبيعية المبكرة خيالية بل وحتى أساطيرية للأذن الحديثة، إلا أنها بالرغم من ذلك كانت تمثل نقلة كبيرة فى الفكر والرأى عند البشر الذين كانوا يؤمنون بها. وكان الفلاسفة المليطيون، ومنهم طاليس (ح ٦٢٤– ح ٥٤٧ ق.م.) وأناكسيماندر (ح ٦١٠– ح ٥٤٦ ق.م.)، من أوائل من خمنوا تخمينات تتناول العالم من حولهم بطريقة تبحث عن الأسباب الطبيعية واستخدموا النقد التحليلى فى دراساتهم. وأنتج المليطيون تعليلات طبيعية لظواهر مثل الزلازل والرعود ونشأة الحيوانات، وكذلك للكون العام تحدثت عن نشأة الكون من بذرة مكونة من مادة أولية غير محددة المعالم. وفسروا كل التغيرات من كل نوع بعملية مزدوجة من التكثف والتبخر.

كان الفيثاغوريون، وهم مجموعة من المفكرين الإغريق كرسوا أنفسهم للرياضيات وعاشوا فى القرن الخامس ق.م.، أول من وضعوا فرضية كون كمى مبنى على قوانين. وكانوا يؤمنون بأن كل شىء فى الكون مصنوع من أعداد ويمكن تحليله من خلال دراسة النسبة والتناسب. واكتشفوا أن التجانس الموسيقى يمكن التعبير عنه كنسبة رقمية، وطبقوا تلك الفكرة على حركات السماوات. وكانوا يقولون إن حركات النجوم والكواكب تصنع موسيقى، وهى موسيقى لا نستطيع سماعها لأننا معرضون لها على

الدوام منذ الميلاد. وكان الفيثاغوريون يؤمنون بأن الأرض وكل الأجرام الأخرى تدور حول نار مركزية غير مرئية، وافترضوا وجود "أرض - مقابلة" غير مرئية تدور أيضاً حول النار المركزية. وقد افترضوا هذه الفكرة الأخيرة، وهى فكرة خيالية، كى يعللوا بها كثرة الخسوفات القمرية.

وهناك مجموعة أخرى من الفلاسفة الإغريق المبكرين تعرف باسم "الذريين"، وتشمل لوسيبوس (Leucippus) (عاش فى القرن الخامس ق.م.) وديموكريتوس (ح ٤٦٠- ح ٣٧٠ ق.م.). وكان مجال بحث الذريين الرئيسى هو أن الذرات والخواء الموجود بينها هى العناصر الرئيسية للكون، وأن الاختلافات فى الخواص الفيزيائية تسببها الاختلافات فى الشكل والموقع وترتيب الذرات المكوِّنة. وتعتبر هذه الذرات فى حالة حركة دائمة، مع اصطدامات بينها تسبب تغيرات من كل نوع. ورغم أنه من الخطأ أن نطابق إلى حد كبير بين تلك الأفكار والعلوم المبنية على المذهب الآلى التى سادت القرن السابع عشر وما بعده، إلا أن الذريين القدامى قاموا بخطوة مهمة هى نشر قناعة عامة بأنه لا شىء يعتمد على الآلهة أو العقول البشرية.

ومن بين أهم علوم الكونيات التى تبقت لنا من بلاد اليونان القديمة كانت محاورة أفلاطون الشهيرة المسماة "تيمايوس" (Timaeus).واستمر هذا العمل ذا تأثير حتى العصور الوسطى. وقد رفض أفلاطون (ح ٤٢٧-٣٤٧ ق.م.) فكرة أن الكون يمكن اختزاله فى مجرد مادة وحركة. وادعى بدلاً من ذلك أنه من صنع يدىْ صانع حرفى بارع ومقدس أطلق عليه اسم "خالق الكون المادى". وقد صنع خالق الكون المادى الكون على أسس هندسية عقلانية، وربط بين عناصر التراب والهواء والماء والنار وبين أربعة من الأشكال الهندسية الخمسة المنتظمة للجوامد. أما الجامد الخامس، وهو الشكل الثنعشرى السطوح، فقد ربط بينه وبين الكون ككل. وعلى شاكلة الكون الذى اقترحه الفيثاغوريون، كان ذلك محاولة مبكرة لوصف الكون فى تعبيرات رياضياتية بحتة. وعلى الرغم من أن "تيمايوس" كان على درجة خاصة من الأهمية للباحثين فى بواكير العصور الوسطى - عندما توفر المزيد من المصادر

المترجمة عن العربية - إلا أن تأثيرات أفلاطون خبت وتضاءلت من جراء تأثيرات أرسطو (٣٨٤-٣٢٢ ق.م.).

التأثير

لم يترك مفكر إغريقي تأثيراً على الفكر الغربي أشد من تأثير أرسطو. كان كون أرسطو - الذي قرر أنه أبدي سرمدي، منكراً احتمالات خلق أو نهاية - كان ذلك الكون كروياً بحتاً. ويتكون هذا الكون من منطقة سفلية، يحددها مدار القمر، وتقع الأرض في مركزها وتسمح بتغيرات مثل الميلاد والموت والحركة الاعتيادية. أما المنطقة العليا السماوية فتتكون من أجرام أبدية لا تتغير وتتحرك في أثير؛ فلا وجود لخواء أو فراغات خالية في كون أرسطو. وحدد أرسطو صفات السخونة والبرودة والرطوبة والجفاف وثقل الوزن وخفته للعناصر الأرضية، واستغل تلك الصفات في تفسير مختلف الظواهر المرئية. وفي المنطقة السماوية، كان المفهوم أن الأجرام السماوية متصلة بكرات مصنوعة من مادة بللورية غير قابلة للفساد. كانت كل الحركات في المنطقة السماوية كروية، وهو وضع أدى إلى ترتيبات معقدة ذات طبيعة كروية لكي تُفسَّر الحركات المرصودة للكواكب. وقام الفلكي والرياضياتي بطليموس (ح ١٠٠- ح ١٧٠م)، الذي عمل في القرن الثاني الميلادي في السنوات الأخيرة من الحقبة الهللينستية، قام بالتوليف بين نتاج عدة قرون من التحسينات في الرياضيات والفلك، وخرج منها بنموذج رياضياتي بالغ الرقي لحركات النجوم والكواكب. استمر نموذج بطليموس في الفلك الرياضياتي، والمبني على الكون الأرسطي، مهيمناً على الفكر الغربي حتى أعمال نيكولاوس كوبرنيكوس (١٤٧٣-١٥٤٣م) وجاليليو (١٥٦٤-١٦٤٢م) بعد ذلك بقرون عديدة.

ولعل أكبر مشروع ثقافي في العصور الوسطى هو الجهود الرامية إلى التوفيق بين علم الكونيات الأرسطالي واللاهوت المسيحي. وترددت أصداء نقاط الخلاف التي

نشأت من جراء الصراع بين الاثنين فى أرجاء المدارس والكنائس، والتى فى أحيان كثيرة كانت موضوع قوانين بابوية. وطوال الغالبية العظمى من فترة العصور الوسطى اهتم العلماء فى المقام الأول بتفسير المبادئ الأرسطالية بحيث تكون متوافقة مع المعتقدات المسيحية. غير أنه حدث مع تزايد تعقيدات الفلك الرصدى والرياضياتى أن بدأ العلماء يواجهون المشاكل فى نماذج بطليموس الرياضياتية. وبلغت تلك التحديات ذروتها فى الصراعات الشهيرة آنذاك التى تعرف باسم الثورة العلمية، عندما تحدى كوبرنيكوس وجاليليو وغيرهم التعاليم البطليموسية وقرروا أن الأرض لا تقع فى مركز الكون على أية حال. ونظراً للعلاقة الوثيقة التى صيغت بين الكونيات الأرسطالية والمسيحية، فقد كان من الصعب على الكنيسة أن تتقبل أيًا من تلك التحديات. وبدلاً من اعتبار الرأى القائل بأن الأرض تدور حول الشمس مجرد فرضيات وتخمينات علمية اعتُبِر هذا الأمر تجديفًا وكفراً، وعانى مؤيدوه نتائج مختلفة معروفة تمام المعرفة.

ومنذ أقدم العصور كانت علوم الكونيات تشكل الحد الفاصل بين العلم بوصفه وسيلة لتفسير الكون والنظرة الأشمل التى تعطى للكون معناه. فعلم الكونيات يتناول أسئلة فلسفية أشد عمقًا مثل طبيعة التغير وكيف نشأ الكون؛ كما تنبع منه أسئلة محددة قابلة لاختبار صحتها حول الحركة والمادة. وفيما بين التخمينات اللازمة للإجابة على أكثر الأسئلة شمولاً والتحليل التفصيلى المطلوب للتعامل مع الأسئلة الأكثر تحديداً، أسهم البحث الدؤوب عن فهم للكون فى تشكيل كل من العلم والدين. وتركت أهم علوم كونيات عند الإغريق القدماء تأثيراتها على الفكر الغربى والشرقى لمدة ١٦٠٠ سنة، وبهذا شكلت الإطار الذى نبعت منه العلوم الحديثة للفلك والفيزياء الفلكية.

لورين بتلر فِفَر (LOREN BUTLER FEFFER)

للمزيد من القراءة

Berry, Arthur. *A Short History of Astronomy from Earliest Times through the Nineteenth Century.* New York: Dover, 1961.

Dreyer, J.L.E. A History of Astronomy from Thaies to Kepler. New York: Dover Press, 1953.

Evans, James. The History and Practice of Ancient Astronomy. New York/ Oxford: Oxford University Press, 1998.

Furiey, David. The Greek Cosmoiogists. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

Lindberg, David. The Beginnings of Western Science. Chicago: University of Chicago Press, 1992.

Lioyd, G.E.R. Eariy Greek Science: Thaies to Aristotie. Cambridge: Cambridge University Press, 1970.

Lioyd, G.E.R. Greek Science after Aristotie. Cambridge: Cambridge University Press, 1973.

Neugebauer, Otto. The Exact Sciences in Antiquity. Princeton: Princeton University Press, 1952.

الأرض أم الشمس هى مركز الكون: جدال قديم

نظرة شاملة

أثناء القرن الثانى الميلادى قام الفلكى والرياضياتى اليونانى - المصرى بطليموس (١٠٠-١٧٠) بتلخيص ثمانية قرون من الفكر اليونانى تتناول طبيعة الكون الذى يتمركز حول الأرض. وبالرغم من نظريات أريستارخوس الساموسى (٣٢٠؟-٢٥٠؟ ق.م.) وآخرين غيره التى كانت تنادى بمركزية الشمس، إلا أن نظرية بطليموس بمركزية الأرض سادت وهيمنت على الفلك الغربى حتى أتى نيكولاوس كوبرنيكوس (١٤٧٣-١٥٤٣) واقترح نظريته بمركزية الشمس فى القرن السادس عشر.

الخلفية

فى القرن السادس ق.م. أسس الفيلسوف فيثاغورس (٥٨٠؟-٥٠٠ ق.م.) مدرسة فكرية تركزت اهتماماتها فى النظام والتناسق والثبات والعقلانية والانتظام. وكانت مثالياته هى الموسيقى والرياضيات. فكانت الموسيقى يُنظَر إليها بوصفها مصدراً للتناسق وتعبيراً عنه، وكانت الرياضيات هى التفسير العقلانى للموسيقى. وكان فيثاغورس يؤمن بأن كل شىء يمكن فهمه بوصفه أعداداً، وبهذا فإن العقل يستطيع الوصول إلى كل شىء؛ لأن مفهوم العدد واضح وجلى. وافترض كوناً متمركزاً حول الأرض تدور فيه الشمس والقمر والكواكب الخمسة المعروفة (عطارد والزهرة والمريخ

والمشـترى وزحل) حـول الأرض فى نظام هندسى مثـالى بفضل علاقـاتها الطبيـعية والرياضـياتيـة الأبدية. ورأى فى هندسـة الفضـاء "موسيقى الأجسام الكروية"، وهى التناسق النهائى. ومن الجلى أنه أدرك أن الأرض كروية.

كانت أكثر الفترات إنتاجية وثراءً فى تاريخ العلم هى الفترات الفيثاغورية، وهى الفترات التى تمتعت فيها الأعداد والكميات بدور بارز فى البحث العلمى. ويكاد يكون كل تقدم تحقق فى العلم متـأثرًا بفيثاغورس بطريقة أو بأخرى، وكان ذلك صحيحًا فى الأزمنة القديمة على وجه الخصوص.

فى القرن الخـامس ق.م. ابتـعد الفلكى الفيـثـاغورى فيلولاوس (Philolaus) عن نظـرية مـركزية الأرض. فـقـد اقتـرح أن الأرض لا تـدور حـول الشـمـس وإنما حـول نار كونيـة مـركـزية، تدور حـولهـا الشـمس أيضـًا. ولكى يعلل لم لا تُشَـاهَدُ هـذه النار المركـزية من الأرض مطلقًا تخـيل فيـلولاوس وجـود "أرض مـضـادة" تقع دائمًـا بين الأرض والنار.

كـان الكون الذى طرحـه أفـلاطون (٤٢٧؟-٣٤٧؟ ق.م.) فـى أوائل القـرن الرابع ق.م. كـونًا فـيـثـاغـوريًا فى مـجـمله. فـقـد أكـد على كـمـال الأجـسـام الكروية والدوائر وقـدسيـتـهـا وأبديتـهـا، لكنه ازدرى الرصـد التـجـريبى للسـمـاء. وبالرغـم من أن الكون الأفلاطونى كان يقع فى مـجال العلم المشكوك فيه، إلا أن تأثيره على اللاهوت والفلسفة والثقافة الغربية استمر حتى القرن الحادى والعشرين.

وقد بدأت نظرية مركزية الأرض المعقدة بيودوكسوس الكنيدوسى (٤٠٠؟-٣٥٠؟ ق.م.)، الذى اقترح نظامًا يشبه البصلة مكونًا من ٢٧ مجالاً متراكزًا تقع الأرض فى مركزه والنجـوم الثوابت فـى أطرافه الخـارجية. وكـان كل كوكب يحتـاج إلى أربعة مـجـالات لتفسير حـركته الظـاهرية، وتحتـاج كل من الشمـس والقمر إلى ثلاثة مـجالات، ولكن النجـوم الثـابتـة لا تحـتـاج إلا لمجـال واحـد. وفـيـمـا بعـد فى القـرن الرابع ق.م. زاد كـاليـبـوس (Callipus) من تعـقـيـدات هذا النظام، وأضـاف أرسطو (٣٨٤-٣٢٢ ق.م.)

مزيداً من التعقيدات، بعد أن اقترح ٥٥ مجالاً، يحركها كلها "محرك أبدى لا يتحرك" (primum mobile) يقع مكانه خارج المجال الخارجى الأخير. وكان من مميزات يودوكسوس وكاليبوس وأرسطو التى تميزوا بها عن أفلاطون استخدامهم للرصد البصرى إضافة إلى التخمين. وكنتيجة لذلك تفوق علم كونيات أرسطو على كون أفلاطون فى تأثيراته على اللاهوت والفلسفة والثقافة الغربية، وبخاصة من خلال كتابات توماس الأكوينى (Thomas Aquinas) (١٢٢٥-١٢٧٤م) . واستمر خلفاء أرسطو فى تعديل نظرية مركزية الأرض وإدخال التحسينات عليها حتى القرن الثانى الميلادى.

ومن بين الأسباب التى جعلت القدماء، وبخاصة الإغريق، يحبذون كونًا يتمركز حول الأرض هو أنه من الواضح أن الأرض ثقيلة الوزن بينما كان المعتقد أن القمر والكواكب والنجوم خفيفة الوزن وتكوينها هوائى أو نارى. ومن الطبيعى أن الوزن هو العامل المحدد لمركز الأجرام السماوية، بمعنى أن الجرم الأثقل وزنًا يصبح هو الجرم المركزى.

وفى الإسكندرية بمصر فى القرن الثالث ق.م. أجرى أريستارخوس الساموسى (Aristarchus of Samos)، وهو من تلاميذ الأرسطالى ستراتو اللامبساكوسى (Strato of Lampsacus) (؟-؟٢٧٠ ق.م.)، أجرى حسابات للمسافات النسبية بين الشمس والأرض والقمر بقياس تغيرات الزاوية بين القمر - الأرض - الشمس أثناء الأوجه المختلفة للقمر. وأثبت رصده وحساباته أن بعد الشمس عن الأرض يبلغ ٢٠ ضعفًا للمسافة بين القمر والأرض، وأن الشمس أكبر بكثير من الأرض والقمر. وكانت طريقته صحيحة ولكن أدواته البدائية أفسدت النتائج التى توصل إليها. وفى الحقيقة، تقع الشمس على مسافة تبلغ ٣٩٠ ضعف مسافة القمر من الأرض. واستنتج أيضًا أنه لما كانت الشمس كبيرة إلى هذه الدرجة وأنها تقع على هذه المسافة الهائلة، فإنها بالقطع لا بد أن تكون أثقل وزنًا بكثير.

وترتب على استنتاجات أريستارخوس الصحيحة بأن الشمس أكبر حجمًا وأثقل وزنًا من الأرض، أنه افترض أن الكون متمركز حول الشمس. وكان بذلك أول مفكر بارز يقترح هذه النظرية ويدعمها بمعطيات تجاريبية. وبقى لنا كتابه "حول أحجام ومسافات الشمس والقمر"، ولكن كتاباته عن مركزية الشمس ضاعت. ولهذا فإن نظريته عن مركزية الشمس غير معروفة تفاصيلها، وهى غير معروفة إلا من خلال كتابات أرشميدس (٢٨٧؟-٢١٢ ق.م.) فى القرن الثالث ق.م. وبلوتارك فى القرن الثانى الميلادى.

رفض الإغريق بصورة عامة نظرية أريستارخوس عن مركزية الشمس، لكنه حظى ببعض المؤيدين القلائل. فقد ذكر بلوتارك أن سلوكوس (Seleucus)، على سبيل المثال، دافع عن مركزية الشمس فى القرن الثانى ق.م. وأجرى تيموخاريس (Timocharis) وأريستيلوس (Aristyllus)، وهما من معاصرى أريستارخوس، مراقبات رصدية بهدف تأييد مركزية الشمس.

وفى حوالى بدايات القرن الثانى الميلادى ابتكر منيلاوس السكندرى، وهو رياضياتى وفلكى هللينستى مصرى، الهندسة الكروية. وكان لهذا الاختراع أهمية بالغة للفلك؛ لأن التعامل مع الأقواس المتراكزة فى هندسة الكرويات مشابه للتعامل مع الخطوط المستقيمة فى الهندسة الإقليدية المسطحة. وعلى الرغم من ضياع كتاب منيلاوس "الكرويات" (Sphaerica) فى لغته اليونانية الأصلية إلا أن محتواه بقى فى ترجمة عربية.

وبعد ذلك بما يقرب من جيل كامل، جاء بطليموس، وهو رياضياتى وفلكى هللينستى مصرى آخر، ووضع نظامًا رياضياتيًا كاملاً لمركزية الأرض ونشره فى كتاب كبير اشتهر باسم "المجسطى". ونجحت رياضيات بطليموس فى وضع تفاسير، وإن كانت بالغة التعقيد، لكل الحركات الارتجاعية الظاهرية للكواكب. واعتمد اعتمادًا كبيرًا على رياضيات أفلاك التدوير التى ابتكرها أبولونيوس البرجاوى (٢٦٢؟-١٩٠؟ ق.م.) وعلى حساب المثلثات الذى ابتكره هيبارخوس

النيقياوى (Hipparchus of Nicaea) فى القرن الثانى ق.م. وسرعان ما أصبحت أعمال بطليموس النظام النهائى لمركزية الأرض.

التأثير

لعل أوضح مثال على مدى تأثر علم الكونيات المسيحية بكونيات بطليموس طوال العصور الوسطى، هو كتاب "الكوميديا الإلهية" الذى كتبه دانتى ألليجيرى حوالى سنة ١٣١٠ . فقد صور دانتى الأرض على أنها كروية الشكل، تقع فيها أورشليم أو صهيون على الجانب الآخر قبالة جبل المطهر تماماً. وكان الجحيم فى باطن الأرض، وجنات عدن على قمة جبل المطهر. والأرض محاطة بمجال من النيران، وتقع السماوات أو الفردوس بعد من ذلك، وتتكون من ١٠ مدارات متراكزة:

١) مدار القمر؛ ٢) مدار عطارد؛ ٣) مدار الزهرة؛ ٤) مدار الشمس؛ ٥) مدار المريخ؛ ٦) مدار المشترى؛ ٧) مدار زحل؛ ٨) النجوم الثابتة ودائرة البروج؛ ٩) مدار المحرك الأبدى الذى اقترحه أرسطو؛ ١٠) مدار السماوات العليا، وهو مدار الضوء الخالص، وليس من شىء بعده إلا الرب ذاته. و"عشرة" هو عدد مثالى وفقاً لنظرية الأعداد الفيثاغورية. وبينما كان دانتى، أثناء رحلته فى الكون اللاهوتى المسيحى، يبرز من جنات عدن ويشاهد الفردوس لأول مرة، سمع الموسيقى الفيثاغورية للمجالات الكروية.

لم يكن هناك من مفكر جاد منذ أيام بطليموس يعتقد أن العالم مسطح. ولم يبحر كريستوفر كولمبوس (١٤٥١-١٥٠٦) غرباً ليثبت للأوروبيين أن الأرض كروية، على عكس الأساطير الشائعة. فكل الناس المتعلمين فى زمانه كانوا يعلمون بالفعل أنها كروية. وإنما أبحر كولمبوس ليثبت أنه يستطيع الإبحار إلى آسيا بأمان فى اتجاه الغرب عبر المحيط المفتوح، وبعيداً عن اليابسة، وبهذا يتجنب عيوب الطرق التى تتجه

شرقًا، وهى الرحلة البرية المضنية المحفوفة بالمخاطر أو الرحلة البحرية الطويلة حول إفريقيا والحرص على إبقاء اليابسة فى مجال الرؤية طوال الوقت.

هيمنت علوم الكونيات المتمركزة حول الأرض على الفكر الغربى حتى بواكير الحقبة الحديثة. وطور كوبرنيكوس نظرية معقولة عن مركزية الشمس حوالى سنة ١٥١٢، ولكنه تداولها بصورة شخصية وسرية لأنه خشى من رد الفعل المحتمل ضده. وعارضت الكنيسة الرومانية الكاثوليكية بضراوة فكرة الكون المتمركز حول الشمس وحاكمت المفكرين الذين آمنوا به. وفى نهاية المطاف، طبع كوبرنيكوس استنتاجاته عن مركزية الشمس فى كتابه "حول دوران الأجرام السماوية" (De revolutionibus orbium coelestium) سنة ١٥٤٣، وهى السنة التى توفى فيها.

ونظرية مركزية الشمس أبسط بكثير من مركزية الأرض؛ لأنها لا تحتاج إلى تحايلات رياضياتية مفصلة كى تعلل الحركات الارتجاعية. واستهوت هذه الفكرة كوبرنيكوس وخلفاءه.

وفى المحاكمة التى عقدتها محاكم التفتيش سنة ١٦٣٣، تراجع جاليليو المخيف علانية عن النتائج التى توصل إليها شخصيًا، بعد أن تذكر أن مدافعًا آخر من المدافعين عن كوبرنيكوس هو جيوردانو برونو (Giordano Bruno) (١٥٤٨-١٦٠٠) قد أُحرق حتى الموت بأمر الكنيسة، وأكد على صحة الرأى الرسمى للكنيسة بأن الشمس تدور حول الأرض الثابتة. غير أنه همس همسًا جانبيًا، وفقًا لما جاء فى كتابه "محاورة حول النظامين العالميين الرئيسيين" (Dialogo dei due massimi sistemi del mondo) الصادر سنة ١٦٣٢، والذى ذكر أنه تمتم "ولكنها تدور". وأدانت محكمة التفتيش جاليليو، وحكمت عليه بأن يقضى بقية حياته تحت الإقامة الجبرية فى منزله تحت رقابة لصيقة.

إريك ف.د. لوفت (ERIC V.D. LUFT)

لمزيد من القراءة

Brecher, Kenneth, and Michael Feirtag, eds. *Astronomy of the Ancients.* Cambridge, MA: MIT Press, 1979.

Britton, John Phillips. Models and Precision: The Quality of Ptolemy's Observations and Parameters. New York: Gar- land, 1992.

Evans, James. The History and Practice of Ancient Astronomy. New York: Oxford University Press, 1998.

Gingerich, Owen. The Eye of Heaven: Ptolemy, Copernicus, Kepler. New York: American Institute of Physics, 1993.

Goldstein, Bernard R. Theory and Observation in Ancient and Medieval Astronomy. London: Variorum, 1985.

Hadingham, Evan. Early Man and the Cosmos. New York: Walker, 1984.

Hetherington, Norriss S. Ancient Astronomy and Civilization. Tucson, AZ: Pachart, 1987.

Krupp, Edwin C., ed. Archaeoastronomy and the Roots of Science. Boulder, CO: Westview Press for the American Association for the Advancement of Science, 1984.

Krupp, Edwin C. Echoes of the Ancient Skies: The Astronomy of Lost Civilizations. New York: Oxford University Press, 1994.

Neugebauer, Otto. A History of Ancient Mathematical Astronomy. Berlin: Springer, 1975.

Taub, Liba Chaia. Ptolemy's Universe: The Natural Philosophical and Ethical Foundations of Ptolemy's Astronomy. Chicago: Open Court, 1993.

Thurston, Hugh. Early Astronomy. New York: Springer, 1994.

النظرية الكيميائية لأرسطو حول العناصر والمواد

نظرة شاملة

أرسطو (٣٨٤-٣٢٢ ق.م.) هو أشد الفلاسفة تأثيرًا فى التاريخ الغربى. فقد سيطرت نظرياته عن المادة والصفات العارضة والأخلاط الأربعة والتحولات والتركيبات على نظرية المادة والخيمياء والكيمياء الغربية المبكرة لما يربو على ألفىْ عام. وبالرغم من أن أيًا من تلك النظريات أو تفاصيلها الخاصة غير مقبولة اليوم، إلا أن القضايا التى صاغها والتساؤلات التى اقترحها أثناء تقديمه لها تبقى جوهرية لكل من الفلسفة الحديثة والفكر العلمى. وبسبب الثراء الاستثنائى لأفكاره وتعقيداتها، لا يزال العديد من نقاط تفسيراتها مثيرة للجدل، وفى السنوات الأخيرة ظهرت تفاسير جديدة تتحدى الآراء التقليدية، وتراجع مراجعة عميقة كيف ينبغى قراءة أرسطو وفهمه.

الخلفية

على غرار غيره من الفلاسفة من قبله ومن بعده، كان الهم الأكبر لأرسطو أن يفسر المبادئ الرئيسية للوجود والحقيقة المادية. وقد ذكر الجانب الأعظم من أفكاره فى كتابه "الميتافيزيقا" (Metaphysics)، وهو عمل يتسم بصعوبة بالغة ولكنه عمل فلسفى أصيل فى إبداعيته، استخدم فيه أرسطو مفردات بالغة التخصص ليقدم من خلالها نظرية معقدة عن الجوهر والطبيعة؛ وعن الشكل والمادة؛ وعن كون الشىء فعليًا أو احتماليًا؛ وعن كنه الشىء وخواصه؛ وعن الصدفة؛ وعن الأسباب والتغيرات. ويعبر أرسطو عن الوجود والحقيقة بكلمة "مادة" (ousia). والتعريف الفنى المنطقى للمادة هو

أمر مفهوم ضمنيًا، ولكنه فى حد ذاته لا يُلمِّح إلى أى شىء آخر. (مثل أن تقرر فى جملة "كلب عجوز أعمى" أن "أعمى" و"عجوز" صفات ضمنية للكلب، ولكن العكس ليس صحيحًا). ونجد أن الجوهر المادى، فى تعبير أشد تماسكًا، هو كيان وحدوى له "طبيعة" معينة (physis)، أو مبادئ فطرية تصف كل نشاطاته وتتحكم فيها. وكل جوهر مادى هو مركب، أى وحدة مركبة من تعاريف أو "أشكال" (eidos) ومحتوى أو "مادة" (hyle)، والتى تكشف إما عن واقعيتها (energeia) أى حقيقتها الحالية ونمط نشاطها، وإما عن "احتمالياتها" (dynamis) أى القدرات الكامنة وقوة الأنشطة البديلة.

وبهذا لا تصبح العلاقة بين الشكل والمادة مجرد علاقة بين إناء محدد ومحتوياته غير المحددة (مثل علاقة الكوب بمحتواه من الماء)، ولكنها علاقة تحدد سمات أنماط الحركة (مثل علاقة البرمجة الفعلية لحاسوب معين بالوسائل الأخرى المحتملة لبرمجته). ويعبر الشكل والطبيعة سويًا عن الجوهر المسمى ti en einai ومعناها الحرفى "ماذا سيحدث" أى السمات المميزة لمادة ما التى تحدد أنماط أنشطتها الخاصة. وكل أنشطة المادة موجهة تجاه الهدف النهائى (telos) للتحقيق المثالى الكامل (entelecheia) لجوهرها. كما يحدد جوهر المادة وطبيعتها أىُّ خواص (pathe)، أو سمات ثابتة، وأىُّ سمات محتملة أو عارضة (symbebekota) تملكها هذه المادة.

ولما كان الجوهر فى المقام الأول يحدد المادة، وأرسطو كثيرًا ما كان يربط بين الجوهر والشكل الأساسى، فثمة شعور بأن الشكل ذاته هو "مادة أولية"، أو شرط مسبق لتركيبة الشكل – المادة، بينما المادة "احتمالية" فقط. غير أنه يبدو أن أرسطو بصورة عامة كان يعتبر أن تركيبة الشكل – المادة هى أصدق المواد، وكرس الجانب الأعظم من تحليلاته لذلك. (موضوع أن المادة الأرسططالية إما أن يكون لها شكل وحيد جوهرى أم اثنان: شكل عام شامل منهجى بحت وشكل خاص كتركيبة فريدة من الشكل-المادة، هو من الموضوعات ذات الجدل الأكاديمى فى الوقت الراهن). وبوصفها وحدات من الشكل-المادة مركبة من الجوهر والطبائع والخواص والصُّدف مع واقعٍ

واحتماليات، فإن تركيبة المواد يمكن أن تكون إما مادة غير عضوية أو كائنات عضوية. وهي تتدرج في تعقد تركيبها من العناصر الأرضية الأربعة من مواد بسيطة موحدة هوميوميير (homoiomere) مثل الحديد أو الدم والأعضاء البيولوجية، إلى كائنات بيولوجية متكاملة، التي يرى أرسطو أنها مواد عن جدارة.

وبعد أن تمكن أرسطو من تعليل الوجود التفت بعد ذلك إلى تفسير التغيرات في الوجود أو ما سيتمخض الأمر عنه، وهو موضوع رئيسي في كتابه "فيزيكس". ويمكن أن يحدث للمواد نوعان من التغير، تغير أساسي أو تغير عارض. وفي التغير الأساسي يحدث لمادة ما "دمار" (phthora) بينما تتوالد مادة أخرى (genesis) مثل تحول اليرقة إلى فراشة. والتحول العارض أو الحركة (kinesis)، تغير مادة من حجمها أو مكانها أو صفاتها، لكن جوهرها يبقى دون تغيير، مثل أن ينحف رجل، أو يجلس بعد أن كان واقفًا، أو يتغير لون شعره من الأسود إلى الرمادي، لكنه رغم ذلك يبقى رجلاً. غير أن ثمة ثلاثة مبادئ يتضمنها التغير بنوعيه هي: اثنان "متناقضان" (enantion) هما الأحوال المبدئية التي اختفت والنهائية التي اكتُسِبت، والحالة المستمرة أو "الحالة الضمنية" (hypokeimenon) التي حدث بها التغير بالانتقال من "الحرمان" (steresis) إلى "الامتلاك" (hexis). وتحدد "الطبيعة" نوع التغير الذي يمكن أن يحدث في المادة، بوصفه العامل الفطري الذي يتحكم في حركة المادة. وعلى هذا، فبينما أنكر الفلاسفة ما قبل السقراطيين المبكرون أي احتمال للحركة الأساسية، طبقًا لمبدأ "لا شيء ينتج من لا شيء"، فإن أرسطو تحايل على تلك الصعوبة بالتفرقة بين اللاوجود المطلق واللاوجود النسبي - بمعنى أن "س لا وجود لها" في مقابل "س ليست ص" - وبتحويل التغير إلى علاقة تبادلية بين شيئين موجودين، بدلاً من علاقة بين الوجود وعدم الوجود.

كما ميز أرسطو أيضًا بين أربعة أُطر للتغير: الطبيعية وغير الطبيعية والتلقائية والعارضة. وتحدث التغيرات الطبيعية وغير الطبيعية متفقة مع "الطبيعة" أو متناقضة معها، وفي الحالة الثانية تحدث بواسطة "الفن" (techne) أو تدخل عوامل خارجية

بالقوة، مثل سمكة تسبح فى الماء مقابل سمكة أخرى يحملها طائر نورس فى الهواء. وتنتج التغيرات "التلقائية" (automata) و"العارضة" (tyche) من أفعال متعمدة أو صُدَف غير متعمدة ليس مقصوداً بها تحقيق هدف نهائى كبير (telos). وأخيراً، يمكن تعليل كل التغيرات بأربعة "أسباب" (aitia) أو "مبادئ" (archai) منهجية ومادية وذات كفاءة ونهائية، تتوافق مع الشكل والمادة والعامل النشط وهدف التغير. وهذه الأسباب لا تفسر كيف تتغير مادة فحسب، وإنما أيضًا لماذا تتغير، فهى تزود العملية بمصدر ومحتوى وآلية وهدف.

التأثير

توجد نظرية أرسطو عن المادة الأولية، التى طبقها فى تحليل المادة الجوهرية والتغير الذى أتينا على ذكره، توجد فى صورتين. (ولهذا يقترح بعض العلماء أن عناصر أرسطو هى تجريدات خيالية وليست كيانات حقيقية مادية). ففى الجزءين الثالث والرابع من كتابه "حول السماوات" (De caelo)، قدم أرسطو نموذجًا لكون كروى محدود، منقسم إلى عالمين. ففى المجال الخارجى ما فوق القمر تتحرك الشمس والنجوم والكواكب فى مدارات دائرية تامة الاستدارة ولا تتغير خلال عنصر سماوى خامل هو الأثير، وضعه فى البداية فى حركة أبدية محرك أولى، وهو كائن مقدس لاشخصى، وهو المصدر الأصلى لكل ما يحدث وما سوف يحدث. وفى المجال الداخلى ما تحت القمر، تتكون الأرض وغلافها من العناصر الأرضية التقليدية الأربعة (stoicheia) وهى النار والهواء والماء والتراب. وهذه العناصر هى أبسط مواد مركبة أساسية، وتتكون من تركيز غير محدد المعالم من "المادة الأولية" التى لا خواص لها فى موقع كونى نسبى و"أشكالها" هى النار بوصفها خفيفة الوزن بصورة مطلقة، والهواء وهو خفيف الوزن نسبياً، والماء وهو ثقيل نسبيًا، والتراب وهو ثقيل بصورة مطلقة. وإذا تُركت العناصر الأربعة دون مساس تنفصل تمامًا إلى أربع طبقات متراكزة يقع التراب فى مركزها ثم الماء ثم الهواء ثم النار التى يحدها الأثير

من الخارج. غير أن حركة الأجرام ما فوق القمر تنقل تأثيرات اضطرابية إلى المجال تحت القمرى، وتفرض حركات غير طبيعية على العناصر تجعلها ممتزجة فى حالة دائمة من الهيجان.

أما فى كتابه "حول النشوء والدمار" (De generatione et corruptione) فتختلف رواية أرسطو عن العناصر الأربعة اختلافًا بينًا. فنجد هنا أن العناصر الأرضية الأربعة مواد مركبة، وأشكالها ليست أماكن نسبية ولكنها أزواج متنامة من أربع خواص أولية - السخونة والبرودة والجفاف والرطوبة - التى "تُعطى" المادة الأولية غير محددة المعالم شكلاً. وفى هذا الإطار نجد النار = حارة + جافة، والهواء = ساخن + رطب، والماء = بارد + رطب، والتراب = بارد + جاف. (يجادل بعض العلماء بأن تلك الخواص هى عناصر أرسطو الحقيقية فى المجال تحت القمرى، وليس "ما تسمى" عناصره الأرضية). وأى عنصر وحيد يمكن أن يتحول إلى عنصر آخر بتغيير إحدى خواصه الأولية أو كليهما إلى نقيضه، وهى عملية توالد ودمار جوهرية. وعندما يلتقى عنصران لقاءً مباشرًا دون تدخل خارجى، فإن العنصر الأقل رجحانًا يتغير تلقائيًا إلى العنصر الأكثر رجحانًا. وبجعله العناصر مركبات من أزواج مكملة من الخواص الأولية والمادة الأولية، بدلاً من تحديد صفة وحيدة لكل عنصر كما كان يفعل بعض فلاسفة ما قبل السقراطية، أرسى أرسطو آليات أولية لتفسير كل نوع من التغيرات المادية.

كانت المرحلة التالية فى نظرية العناصر لأرسطو هى تناوله للمواد البسيطة الموحدة (الهوميومير) (homoiomere)، أو المواد المادية الملموسة، والاتحاد الكيماوى (mixis) بينها. فالعناصر المنفردة لا تدركها الأحاسيس؛ وأبسط أنواع المادة الكونية الممكن إدراكها هى المواد البسيطة الموحدة (مثل الجرانيت والحديد والدم والعظام). وكل نوع من الهوميومير متماثل فى تركيبته، فهو مكون من كل العناصر الأربعة بنِسَب معينة مميَّزة. والعناصر، بصفتها جزءًا من الهوميومير وليست موادَّ مستقلة بذاتها، لها وجود احتمالى وليس وجودًا فعليًا. وبالمثل، تصبح الخواص الأولية مجرد تناقضات

نسبية وليس تناقضات مطلقة، بوصفها خواصٌ جوهرية غير أساسية وليست أجزاء أساسية من الأشكال الجوهرية، مما يوائم بينها ويضبط حدة كل منها بدلاً من تحولها إلى بعضها البعض. وبهذا تكون الهوميومير قابلة للانقسام بلا حدود وكل أجزائها متماثلة. ويمكن للهوميومير المتوائمة أن تتحد ماديًا مكونة "أنهوميومير" (anhomoiomere)، أو أجزاء وأعضاء معقدة من النوع الرفيع (مثل أوراق الشجر والأيدى والنباتات والكائنات البشرية)، التى هى أيضًا من المواد.

كما أن باستطاعة اثنى هوميومير أن يتحدا كيميائيًا. وبالنسبة للفلاسفة ما - قبل السقراطيين، لا يمكن إلا أن يتم مزج فيزيائى (أى صنع مركب) أو دمج بين أنواع مختلفة من المادة؛ لأنها لا يمكن خلقها أو تدميرها أو تحولها إلى بعضها البعض. ولكن الأمر مختلف مع أرسطو، فالاتحاد التام (mixis) بين اثنين من الهوميوميرات أمر ممكن لأن عناصرها المكوِّنة لها وجود احتمالى وليس وجودًا فعليًا. ولكى يتمكن اثنان من الهوميوميرات من الاتحاد التام فلابد من توفر ثلاثة شروط: لابد أن يكونا على علاقة مماثلة للعلاقة بين نوعين ينتميان لنفس الجنس المادى؛ ولا بد أن يكونا قابلين للانقسام بسهولة كى تسهل عملية الاتحاد بين أجزاء متناهية الصغر؛ وكذلك لابد أن يكونا متوفرين بكميات متوازنة، وإلا كل ما سيحدث هو أن العنصر الغالب سيقوم بتحويل العنصر الآخر إلى نفسه بالكامل (مثل أن تضع نقطة من النبيذ فى عشرة آلاف جالون من الماء). وعند توفر هذه الشروط يحدث مزج (krasis) هادئ تبادلى بين العناصر المكونة للهوميوميرين الأصليين وخواصهما، فتتحدان بالمزج (pepsis)، أو بتأثير الحرارة على الرطوبة، مكونين مادة موحدة. (يختلف العلماء حول إذا كان الاتحاد mixis يعتبر خلقًا لمادة جديدة، أو سبيكة alloiosis أى تغيرًا نوعيًا كنمط من الحركة kinesis، أو دمارًا pathos أى خاصية مادية يتصف بها المنتج النهائى).

وفى الجزء الرابع من كتابه "متيورولوجيا" (Meteorologica) يناقش أرسطو ١٨ زوجًا من التغير فى المادة نتيجة لتغير فى واحد أو أكثر من خواصها الأولية: القابلية

للتجمد أو مقاومته، والتليين بالحرارة، والتليين بالماء، والانثناء، والتكسر، والتشظى، والطباعة ، والسبك فى قوالب أو الضغط، والقابلية أو عدم القابلية للمس والمرونة والقابلية للانفلاق والقطع، وكونه لزجًا أو هشًا أو قابلاً للانضغاط أو للاشتعال أو لانبعاث الدخان منه. وعلى الرغم من أن ذلك العمل قد أُطلق عليه أحيانًا اسم "مقالة أرسطو الكيميائية" إلا أنها تسمية خاطئة. فأغلب تلك الأمثلة تتضمن تغيرات بسيطة فى الحالة الفيزيائية أو فى خاصية واحدة، ولا يشمل أى منها اتحاداً (mixis)، ولا يشمل إلا القليل منها تحولات عناصرية، وقد لا يشمل ذلك أىٌّ منها.

فى السنوات الأخيرة قام نزاع حول التفسير المعيارى لنظرية أرسطو عن المادة فى موضعين جوهريين هما وجود المادة الأولية وحالة العناصر بوصفها موادَّ حقيقية. وتؤكد التفاسير الأحدث أن المادة الأولية، التى لم يحدث مطلقًا أنها ذُكرت صراحة فى كتابات أرسطو، هى استدلال خاطئ قام به معلقون فى أخريات العصور القديمة بعد قراءة استرجاعية فى محاولة منهم للتوفيق بين أرسطو وأفلاطون (٤٢٧؟-٣٤٧ ق.م.). وعوضًا عن ذلك فالعناصر هى ببساطة أزواج من الخواص الأولية؛ وبهذه الصفة لا تكون أشكالاً جوهرية، والعناصر ليست تركيبات من وحدات الشكل - المادة، وبهذا لا تكون موادٌّ، وإنما مجرد "أكوام" (soros)، كما أسماها أرسطو فى كتابه "الميتافيزيقا". والإشارة إلى العناصر بوصفها موادٌّ فى "فيزيكس" و"حول السماوات" يمكن تعليلها بأنها استخدام عامى وغير تقنى لهذا المصطلح. وبناء على ذلك، يعتبر أن العناصر فى مجموعها تشكل أدنى مادة أو المادة الأولية فى المجال تحت القمرى، وأن الهوميومير هى أدنى درجات المواد وليست العناصر.

وسرعان ما غطت نظرية أرسطو الميتافيزيقية عن المادة ونظريته الكمِّية عن العناصر، على النظريات المنافسة للذريين والرواقيين بسبب عمق تعقيداتها وقدراتها التفسيرية، وبقيت نظريات أرسطو لا تواجه تحديًا فى الحضارات القديمة وحضارات العصور الوسطى من غربية وإسلامية لما يربو على ألفىْ عام. وبينما أُهملت الآن تفاصيل نظريته الكيميائية، نجد أن مفهومه عن المادة ما زال نقطة بداية لا يمكن

الاستغناء عنها فى غالبية التحليلات الفلسفية عن طبيعة الحقيقة المادية. وقد أثبتت مفاهيمه عن الوجود بوصفه شبكة ديناميكية من الأنشطة وليس مجموعة من الخواص الساكنة، أنها تنمّ عن بُعد نظر ملحوظ. وقد شهدت السنوات الأخيرة تجدد التقدير والإعجاب للتمييز بين الواقعية والاحتمالية فى مشاكل فيزياء الكم والكيمياء الفيزيائية وعلم الوراثة، وعلم النفس التطورى. ولا يزال أرسطو، فى مناحٍ شتى، وكعهده دائمًا، هو الشخصية الفكرية المهيمنة فى التاريخ الغربى، "سيد أولئك الذين يعلمون".

جيمس أ. ألتينا (JAMES A. ALTENA)

لمزيد من القراءة

كتب

Aristotle. *The Complete Works of Aristotle: The Revised Oxford Translation*. 2 vols. Rev. and ed. by Jonathan Barnes. Princeton: Princeton University Press, 1985.

Anton, John P. Aristotle's Theory of Contrariety. London: Routledge and Kegan Paul, 1957. See Chaps. 1-5.

Cohen, Sheldon M. Aristotle on Nature and Incomplete Substance. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. See Chaps. 2-3.

Düring, Ingemar. Aristotle's Chemical Treatise: Meteorologica, Book IV; With Introduction and Commentary. New York: Garland, 1980.

Gill, Mary L. Aristotle on Substance: The Paradox of Unity. Princeton: Princeton University Press, 1989. See Chaps. 2 and 7.

Solmsen, Friedrich. Aristotle's System of the Physical World. Ithaca: Cornell University Press, 1960. See Chaps. 11-21.

Sorabji, Richard R. Matter, Space, and Motion: Theories in Antiquity and Their Sequel. Ithaca: Cornell University Press, 1988. See Chap. 2.

Williams, Christopher F.J. Aristotle's De generatione et corruptione. Oxford: Clarendon Press, 1982.

دوريات

Bogaard, Paul A. "Heaps or Wholes: Aristotle's Explanation of Compound Bodies." Isis 70 (1979): 11-29.

Charlton, William. "Prime Matter: A Rejoinder." Phronesis 28 (1983): 197-211.

Joachim, Harold H. "Aristotle's Conception of Chemical Combination." Journal of Philology 29 (1904): 72-86.

Sokolowski, Robert. "Matter, Elements and Substance in Aristotle." Journal of the History of Philosophy 8 (1970): 263-88.

الآراء القديمة عن جغرافية الأرض

نظرة شاملة

فى أوائل القرن السادس ق.م. بدأت الفلسفة الإغريقية فى الظهور، وانهمك فلاسفة ذلك العصر فى تساؤلات جادة عن طبيعة العالم ونظامه. وبحثوا قضايا تشمل العلوم الطبيعية، بما تحويه من تناول للمادة التى تتكون منها الأرض والسماء من فوقها. كما بدأوا أيضًا يتأملون فى شئون جغرافية تتعلق بشكل الأرض وطبيعة نشأتها. وفى بادئ الأمر، كانت جهود هؤلاء الفلاسفة مغلفة بالأساطير السائدة أيامهم. إلا أن الفلاسفة عندما شرعوا فى طرح أسئلة جديدة والخروج من ذلك بإجابات جديدة، بدأوا فى التحرك تدريجيًا بعيدًا عن استخدام الأساطير فى تفسير الظواهر الطبيعية. ومع توقف الفلاسفة عن التذرع بالتصرفات العشوائية للآلهة لتعليل الظواهر الطبيعية، بدأوا يدركون حقيقة أن الأرض عالم منتظم وقابل للتنبؤ بما يحدث فيه وأنها محكومة بمبادئ عامة شاملة. وقالوا إن أسباب البرق وثورات البراكين والزلازل واحدة فى كل أرجاء العالم ولا يجب أن تُعزَى إلى أفعال الآلهة المختلفة. وتبين لهم أن البحث فى كنه تلك المبادئ التى تحكم مثل تلك الظواهر هو أمر بالغ الصعوبة. ومع ترسخ تلك المعتقدات عندهم بدأ الفلاسفة اليونانيون يطلقون مصطلح "الكون" (kosmos) على العالم المنتظم. ومع ازدياد فهم الفلاسفة الإغريق للطريقة التى يسير بها العالم، شرعوا فى استكشاف المظاهر الطبيعية للعالم، بما فيها دراسة علوم المساحة (الجيوديسيا، أى حجم الأرض وشكلها).

تزايد اهتمام الفلسفة الإغريقية المبكرة بالفيزياء، أى التفسيرات الطبيعية للظواهر. وتمت غالبية الأبحاث فى هذا المجال فى المستعمرة الإغريقية إيونيا، فى المنطقة الجنوبية الغربية من تركيا الحديثة، بواسطة مجموعة من الفلاسفة يعرفون اليوم باسم الفلاسفة المليطيين (على اسم مليتوس وهى مدينة إيونية). وعلى الرغم من أنه لم يصل إلى العلماء المحدثين سوى أدلة متناثرة لا يُعتمد عليها عن المليطيين، إلا أن ثمة فكرتين من أفكار المليطيين جديرتين بالثقة. أولاهما: أن المليطيين كانوا من الماديين. فقد كانوا يؤمنون بأن المادة الأولية التى تكونت منها الأرض وباقى الكون كانت مادة مادية ولم تكن مادة أثيرية غير ممكن تحديد كميتها. وثانيتهما: أن المليطيين كانوا "أُحاديين"، بمعنى أنهم كانوا يؤمنون بأن المادة الأولية واحدة فى كل أنحاء الكون.

رفض المليطيون فكرة أن العالم ربما يكون قد نشأ من لا شىء. وعوضًا عن ذلك كانوا يؤمنون بأن العالم قد تكون من مادة بسيطة. وكانوا يعتقدون أن هذه المادة محدودة مما يعنى أن العالم بدوره كان محدوداً. وإضافة إلى كونه محدوداً، كان المليطيون يؤمنون بأن العالم كان أقرب ما يكون إلى الاستدارة وإن لم يكن بالضرورة كرويًا. كان المليطيون يؤمنون بأن السماء، مثلها فى ذلك مثل الأرض، كانت محدودة، بمعنى أن لها حدوداً محددة. كما آمن الفلاسفة المليطيون أيضًا بوجود مصدر خالد للطاقة يسيطر على كل الأفعال على الأرض وفى السماء. ويتضح من الإيمان بقوة خالدة للطاقة تسيطر على الكون أن المليطيين كانوا يحتفظون ببعض مظاهر إيمانهم بالآلهة. وآثر الفلاسفة المليطيون أن يطلقوا على تلك القوة اسمًا آخر.

وقد تركت الأفكار المليطية عن المادية والأُحادية أثرًا عميقًا على فلاسفة الطبيعة الإغريقيين اللاحقين، بما فيهم الذريون. ازدهر الذريون، الذين كان لوسيبوس المليطى (عاش ح ٤٤٠ ق.م.) وديموكريتوس الأبديرى (عاش ح ٤٢٠ ق.م.) أشد

دعـاتهم تـأثيـراً، فى النصف الثـانى من القـرن الخـامس ق.م. وكـان لوسـيـبـوس وديموكريتوس يقولان بأن العالم مكون من ذرات، وهى أجسام بالغة الضآلة بحيث لا تُرى بالعين المجردة. كما قررا أيضًا أن تلك الذرات مصنوعة كلها من نفس المادة الأولية. وأكد الذريون أن حركة الذرات وتكوينها أديا إلى المجال المتنوع للأشياء الموجودة فى الكون.

التأثير

بالرغم من الجـهود الكبيرة للفلاسفة الإغريق المبكرين إلا أن العديد منهم كانوا لا يزالون يجدون صعوبة فى النأى بأفكارهم عن فكرة أن الآلهة لعبت على الأقل بعض الأدوار فى تكوين الأرض، وفى الظواهر الطبيـعـيـة التى تحـدث على الأرض وفى السماوات. وثمة استثناء وحيد لهذه النظرة الفلسفية يتمثل فى مجادلات زينوفانيس (Xenophanes) ففى أخريات القرن السادس ق.م. وبواكير القرن الخامس ق.م. طلع زينوفانيس بأفكار متطرفة فى فلسفة الطبيعة والجغرافيا. وفى انحراف جوهرى عن الفلسفة المليطية، أكد زينوفانيس أن الأرض تمتد طولاً وعرضًا إلى ما لا نهاية، وكذلك فى العمق تحت سطحها. وبالمثل، تمتد السماء إلى ما لا نهاية فوق سطح الأرض. ووفقًا لهذه الآراء المنبنية على فكرة الامتداد اللانهائى، اضطر زينوفانيس إلى استبعاد احتمالات أن الشمس والنجوم تظهر بصورة منتظمة للراصدين على الأرض. وانتهى زينوفانيس إلى أن شروق الشمس والنجوم وغروبها إنما هو خداع بصرى للراصدين. وكان يدعى أن الأبخرة المتصاعدة من السحب تتحول إلى سحب متوهجة بمجرد أن تصل إلى ارتفاع كاف. وهذه السحب المتوهجة تشكل الشمس والقمر والنجوم بانتظام دقيق. وبهذا فإن ما يحدث كل يوم هو ظهور لشمس جديدة، منفصلة ومستقلة من الشمس التى أشرقت فى اليوم السابق.

أكد زينوفانيس أن هذه الحالة اللانهائية للكون قد أوجدها خلقٌ أو مساعدةٌ من آلهة الإغريق. كما أكد زينوفانيس أيضًا أن آلهة الإغريق لا تفعل أكثر من الالتزام

بالأعـراف والتقـاليـد، وأن كل حـضـارة أخـرى نَمذجت آلهـتـهـا على أنفسـهـا وعلى مشاكل الطبيعة ذات الأهمية فى مجتمعهم. وطبقًا لذلك، فإن إله زينوفانيس كان يحرك الكون بقوة فكرة، وهى فكرة كانت بشـيـرًا بفكرة أرسطو (٣٨٤-٣٢٢ ق.م.) القـائلة بمحرك أولى.

وعلى الرغم من أن المراقبين المحدثين ينتقدون زينوفانيس أحيانًا، وهو الذى كان فى زمانه أكثر المفكرين استقلالية، إلا أن زينوفانيس قدم فكرتين ثوريتين كان لهما تأثير لا حد له على فلاسفة الطبيعة اللاحقين. أولاهما، أنه كان أول فيلسوف يحرر نفسه من أغلال النماذج المبنية على الأساطير التى كانت تسيطر على جهود الفلاسفة السابقين. وثانيتهما: أنه كان واحدًا من أوائل فلاسفة الطبيعة الذين ساندوا بصلابة استخدام رصد كل ما يمكن مشاهدته فى تفسير ما لا يمكن مشاهدته. ورغم أن زينوفانيس لم يتوصل إلى الاستنتاجات الصحيحة، إلا أنه غيَّر مسار الحديث بين فلاسفة الطبيعة وأجبرهم على التفكير فى قضايا أخرى وعلى تناولٍ مختلفٍ فى محاولاتهم لفهم أفضل للعالم من حولهم.

وثمة فيلسوف إغريقى آخر من فلاسفة الطبيعة لم يتفق مع الآراء الأحادية أو المادية للمليطيين، وهو إمبيدوكليس (ح ٤٩٠-٤٣٠ ق.م.). وهو تقريبًا من معاصرى لوسيبيوس وديموكريتوس، وكان يؤمن بأن هناك أربعة عناصر مختلفة تتشكل منها كل الأشياء فى الكون، وهى التراب والهواء والنار والماء. والرأى القائل بأن تلك العناصر تتحد فى تركيبات مختلفة لتكون كل الأشياء المرئية تبناه وروج له أرسطو بعد ذلك بحوالى مائة وخمسين سنة. ولعل ما هو أكثر أهمية من تأكيدات إمبيدوكليس بأن تلك العناصر الأربعة تكونت منها كل الأشياء، كان تقديمه للقواعد الروحية اللامادية التى تتحكم فى الطريقة التى بها تندمج العناصر سويًا. كان إمبيدوكليس يؤمن بأن الحب هو الذى يدفع العناصر الأربعة للاتحاد فى تركيبات معينة، وأن الخلاف هو ما يدفع بهم إلى الفرقة.

وعلى غرار زينوفانيس، كان إمبيدوكليس يؤمن بأن الكون تحدث به تغيرات دورية. وبالرغم من أن زينوفانيس شاهد تلك الدورات تحدث يوميًا بشروق الشمس والقمر والنجوم وغروبها، إلا أن إمبيدوكليس أكد أن التغيرات الدورية التى تشمل خلق ودمار الكون بأكمله تحدث على مدى حقب زمنية شاسعة. وقرر إمبيدوكليس أنه فى البدء كانت كل العناصر الأربعة (التراب والهواء والنار والماء) ممتزجة كلها فى كرة متجانسة، يربط بينها حب الآلهة. وفى نهاية المطاف بدأ الشقاق يدخل تلك الكرة، مما تسبب فى تمزيقها. ورأى إمبيدوكليس أن العالم فى حالة تنفيذٍ لهذه العملية، مع انفصال الهواء من التراب والماء ليكوِّنا اليابسة والمحيطات. وفى النهاية سوف تنفصل كل العناصر تمامًا، مكونة أربعة أجسام كروية، كل منها يمثل واحدًا من العناصر. وعندئذ يدخل الحب فى المعادلة، فيجمع الكرات الأربع سويًا مرة أخرى.

وبالإمكان اكتشاف تأثير كل من زينوفانيس وإمبيدوكليس فى أعمال أرسطو. فأرسطو، اتفاقًا مع زينوفانيس، كان يؤمن بقوة بأن الرصد هو المفتاح الذى يستطيع المرء بواسطته أن يتوصل إلى فهم أفضل للأحداث الأرضية التى لا يمكن تفسيرها بوسيلة أخرى. وأدت عمليات الرصد التى أجراها أرسطو إلى توصله إلى استنتاجين مهمين يتعلقان بالأرض والسماوات: ١) الأرض عالم من التغير المستمر يحدث فيها الميلاد والنمو والموت كل يوم. ٢) وفى المقابل، السماء منطقة مكونة من أجرام لها حركات دائرية منتظمة والتغير فيها ثابت. وقال أرسطو فى كتابه "حول السماوات": "فى كل الزمان المنصرم، بقدر ما تصل إليه سجلاتنا الموروثة، لا يبدو أن تغيرات قد حدثت لا فى كامل نظام السماوات الخارجية ولا فى أى من أجزائها الحقيقية". وبهذا، توصل أرسطو إلى استنتاج أن الأجرام السماوية مكونة من عنصر خامس، بعد التراب والهواء والنار والماء. وعلى هذا أطلق أرسطو على هذا العنصر الخامس غير القابل للفساد "العنصر الخامس" أو "الأثير".

استغل أرسطو مهاراته فى الرصد والتحليل فى الخروج بما يعتبر واحدًا من أهم الإسهامات فى علوم الأرض حتى زمنه، وهو إثبات أن الأرض كروية حقًا. وكان

أفلاطون (ح ٤٢٨-ح ٣٤٨ ق.م.) معلم أرسطو قد جادل أنه طالما أن الجسم الكروى قد بلغ حد الكمال، فإن الأرض بكمالها لا بد أن تكون كروية. والاكتفاء بافتراض أن الأرض كروية لم يكن ليشبع عقلية أرسطو الفضولية، ولهذا عقد عزمه على أن يثبت (أو يدحض) هذا الرأى. وبدلاً من أن يبحث عن إجابة لهذا السؤال فى الأرض، اتجه أرسطو بناظريه إلى السماء. وفى أثناء خسوف قمرى، وفيه يحدث وفقًا للمفاهيم الحديثة أن آليات المدارات تجعل الأرض تصطف بين الشمس والقمر وبهذا تلقى بظلال يمكن مشاهدتها على القمر، شاهد أرسطو أن الظلال التى ألقتها الأرض على القمر لها حافة مستديرة، مما يثبت أن الأرض كروية. "إن كروية الأرض قد ثبتت ببرهان من حواسنا، وإلا لما اتخذ خسوف القمر هذا الشكل؛ لأن ... الحد الفاصل فى الخسوف مستدير دائمًا. وبذلك، إذا كان الخسوف يحدث نتيجة لتوسط الأرض فإن الخط المستدير ينتج من شكل كروى".

وبعد أن تسلح الرياضياتيون وفلاسفة الطبيعة فى بلاد اليونان القديمة بمعلومة أن الأرض كروية، شرعوا فى دراسة حجم الأرض. ولم تُحل هذه المشكلة لما يربو على قرن حتى أتى إيراتوسثنيز السيرينى (٢٧٦-١٩٤ ق.م.)، وكان مديراً للمكتبة العظيمة بالإسكندرية فى مصر، وحل هذه المعضلة. فقد نمى إلى علم إيراتوسثنيز أن بئراً بالقرب من مدينة أسوان الحالية جنوب الإسكندرية يحدث فيه عند ظهيرة يوم الانقلاب الصيفى أن أشعة الشمس تصل إلى قاع البئر. وأدرك إيراتوسثنيز أنه لو قام بقياس طول ظلٍ فى الإسكندرية وقت الظهيرة يوم الانقلاب الصيفى، واستخدم المسافة المقاسة من الإسكندرية إلى أسوان فإن بمقدوره أن يحدد طول محيط الأرض. واعتماداً على تحديد قيمة لبعض وحدات القياس القديمة التى استخدمها إيراتوسثنيز، نجد أن حساباته المبتكرة قد نتجت عنها قياسات على نحو رائع فى دقتها. واستمر محيط الأرض كما قاسه إيراتوسثنيز هو الأقرب إلى القياس الصحيح لما يزيد على ١٥٠٠ سنة. وعلى الرغم من أن حسابات إيراتوسثنيز قد تم التشكيك فيها فى زمانه، إلا أنها أتاحت الفرصة للتطور اللاحق للخرائط والكرات الأرضية التى بقيت من أدق ما أُنتج

فى العالم القديم الكلاسيكى. كما سمحت حساباته، التى بُنيت على الشكل الكروى للأرض، بحساب مواقع الأجزاء الواقعة على الجهة المقابلة من الكرة الأرضية ونشأة نظرية مبكرة عن المناطق المناخية. وفى كتابه "جغرافيا" كان إيراتوستنيز أول من استخدم مصطلح "جغرافيا" ليصف به دراسة الأرض.

وبناء على قيمة محيط الأرض الذى توصل إليه، أصبح إيراتوستنيز أول من حاول رسم خرائط مستخدمًا خطوط العرض (لتحديد المواقع شمالاً وجنوبًا) وخطوط الطول (لتحديد المواقع شرقًا وغربًا). وبعد ما يقرب من قرن بعد إيراتوستنيز جاء هيبارخوس (Hipparchus) (اشتهر ١٤٦-١٢٧ ق.م.)، وهو فلكى، وأصبح أول شخص يحاول تحديد مواقع الأماكن باستخدام إحداثيات الطول والعرض. ونجح هيبارخوس فى ذلك باستخدام الأبحاث التى أجراها فى مجال الهندسة الكروية. ولم يقدر له النجاح التام فى عمله لأسباب سيأتى ذكرها لاحقًا.

وعلى الرغم من أن أعمال إيراتوستنيز لم تضع مطلقًا إلا أن الكثيرين تجاهلوها فى الأجيال التالية. وكان سبب ذلك يعود فى أغلبه إلى أعمال بطليموس (ح ١٠٠-١٧٥م) فى منتصف القرن الثانى الميلادى. فقد عمل بطليموس فى الإسكندرية، مثله فى ذلك مثل إيراتوستنيز، وكان على دراية بحسابات إيراتوستنيز الخاصة بقياس محيط الأرض. غير أن بطليموس، لأسباب غير معلومة، اتفق فى الرأى مع بوزيدونيوس (Posidonius) (ح ١٣٥- ح ٥١ ق.م.)، وهو جغرافى من شمال إفريقيا كان ينادى بمحيط أقل للأرض. وقدر بوزيدزنيوس وبطليموس حجم الأرض بحوالى ٢٩٠٠٠ كيلومتر، أو ٨٠.٥ كيلومتر لكل درجة طولية للأرض عند خط الاستواء. وهو تقدير أقل بنسبة ٢٨ ٪، وهو أقل دقة من تقدير إيراتوستنيز البالغ ١١٢.٦ كيلومتر لكل درجة. كان بطليموس يتمتع بتوقير وإجلال كبيرين فى أيامه ولعدة قرون بعد ذلك، ولهذا أصبحت تقديراته هى القياس المقبول.

وفى كتابه المكون من ثمانية أجزاء الذى كان له أثر عميق والمسمى "دليل الجغرافيا" (Hyphegesis Geographike) شرح بطليموس كيفية صناعة الخرائط ووضع

جداول بخطوط الطول والعرض لمدن عديدة. وعلى غرار هيبارخوس، لم تكن لدى بطليموس أية مشكلة فى تحديد خطوط العرض للمدن المختلفة. فقد أدرك كلا الرجلين أنه يستطيع بسهولة حساب خط العرض بقياس زاوية النجم القطبى (بولاريس) فوق الأفق. غير أن خطوط الطول شكلت مشكلة لهيبارخوس وبطليموس، وللفلكيين والجغرافيين لقرون تالية.

وكان بطليموس وغيره من الجغرافيين والفلكيين الإغريق يعلمون أن الشمس تكون فى نفس الموقع فى السماء بالضبط كل ٢٤ ساعة. ولما كان على الشمس أن تدور لمسافة ٣٦٠ درجة حول الأرض (وفقًا لتفكيرهم) لكى تحقق هذا العمل، فإن الشمس تتحرك ١٥ درجة كل ساعة (٣٦٠° /٢٤ = ١٥°). وبناء على تلك المعلومة، فإنه عندما يكون الوقت قمة الظهيرة فى مدينة ما ويكون الوقت فى مدينة أخرى بعد ذروة الظهيرة بساعة واحدة بالضبط فإن المدينتين بينهما ١٥° بالضبط. ورغم أن ذلك يبدو أمرًا يسيرًا بالنسبة للراصدين المحدثين، إلا أن الإغريق القدماء لم يكونوا يملكون أجهزة تستطيع قياس الوقت فى بلاد تقع على مسافات كبيرة. ولهذا اضطر بطليموس إلى أن يبنى قياساته على أقوال المسافرين، مما نتج عنه انعدام الدقة فى إحداثيات خطوط الطول. كانت مشكلة خطوط الطول معضلة هائلة لم تُحَل تمامًا إلا بعد أن ابتكر البريطانيون وسيلة لقياسها فى الرحلات البحرية الطويلة بواسطة ساعات ميقاتية دقيقة فى القرن الثامن عشر بعد ١٦٠٠ سنة من زمن بطليموس. غير أن المحاولات المبكرة لإيراتوستثنيز وهيبارخوس وبطليموس الرامية إلى تحديد خطوط الطول، كانت لها نتائج بعيدة المدى بحيث إن خطوط الطول والعرض لا تزال مستخدمة حتى اليوم، وإن كانت قد تم تعديلها.

ومن بين الإسهامات الرئيسية التى أسهم بها بطليموس فى الجغرافيا كان دحضه لفكرة وجود محيط هائل يحيط بالعالم، وهى فكرة كانت معروفة لشعوب البحر المتوسط. وعوضًا عن ذلك وضع بطليموس نظرية مؤداها أن هناك فى المحيط "أرض جنوبية مجهولة" (terra australis incognita) . وجادل بطليموس، مثل من سبقه من

فلاسفة كثيرين، بحتمية وجود قارة فى النصف الجنوبى من الكرة الأرضية لمنع العالم من أن يصبح ثقيلاً أكثر من اللازم عند القمة فينقلب نتيجة لثقل وزن الأرض فى النصف الشمالى. وتبنى الأوروبيون هذه الفكرة عندما تُرجم كتاب بطليموس "الجغرافيا" إلى اللاتينية وانتشر فى كل أنحاء أوروبا. وحظيت الفكرة بمزيد من التصديق بعد أن طاف فرديناند ماجلان (Ferdinand Magellan) (ح ١٤٨٠-١٥٢١م) حول الكرة الأرضية. وعززت هذه الرحلة من التخمينات بحتمية وجود "أرض جنوبية مجهولة". ولهذا، عندما كلفت إنجلترا القبطان جيمس كوك (James Cook) (١٧٢٨-١٧٧٩) بالطواف حول الأرض فى القرن الثامن عشر، كانت التعليمات التى صدرت له أن يعثر على "الأرض الجنوبية المجهولة" التى ذكرها بطليموس وأن يطالب بملكيتها.

وفى الوقت الذى قد يعتبر فيه بعض المراقبين المحدثين أن أعمال بطليموس وخلفاءه ليس لها إلا تأثير ضئيل، أو لا تأثير لها على وجه الإطلاق إلا من حيث أهميتها التاريخية والثقافية، نجد أن ثمة أمرين يجدر أن نتذكرهما. أولهما: أن بطليموس كان له تأثير هائل على صانعى الخرائط لعدة قرون بعد وفاته. فقد كانت غالبية صانعى الخرائط الأوروبيين فى العصور الوسطى - الذين لم يكونوا على دراية بأعمال بطليموس - يرسمون الخرائط يقع فيها الشرق فى قمة الخريطة، ربما ليتطابق مع شروق الشمس. غير أنهم، بعد ترجمة "الجغرافيا" إلى اللاتينية، بدأت غالبية الأوروبيين تحاكى وضع بطليموس فى وضعه الشمال فى قمة الخريطة. وكان بطليموس قد فعل ذلك بسبب أن عالم البحر المتوسط المعروف عنده كان عرضه (من الشرق إلى الغرب) يبلغ ضعف طوله (من الشمال إلى الجنوب). ولهذا وجد بطليموس أنه من الأسهل أن يرسم الخرائط على المخطوطات الملفوفة المتاحة أيامه بحيث يكون الشمال فى قمة الخريطة. كما كان رسامو الخرائط يعانون كثيراً قبل ترجمة "الجغرافيا" لأن صانعى الخرائط فى تلك الفترة كانوا يجدون صعوبة فى رسم كرة ثلاثية الأبعاد على قطعة ورق مسطحة. وتعلم صانعو الخرائط الأوروبيون من

"الجغرافيا" التقنيات الرياضياتية التي يتمكنون بواسطتها من عرض رسومات لأجسام كروية على الورق. وثاني الأمرين، ولعل توابعه كانت أكبر، أن بعض العلماء يقولون إن الخطأ الذي وقع فيه بطليموس بتفضيله محيط الأرض الذي اقترحه بوزيدونيوس على رقم إيراتوستنيز قد غير إلى الأبد من مسار تاريخ العالم؛ وذلك لأن الرقم الذي وافق عليه بطليموس لمحيط الأرض، وهو رقم أصغر وأقل دقة، صار مُتَقَبَّلاً على نطاق واسع في أوروبا، وفي النهاية دفع كريستوفر كولمبوس (١٤٥١-١٥٠٦م) إلى الاعتقاد بأنه يستطيع الوصول إلى آسيا لو أبحر غربًا.

جوزيف ب. هايدر (JOSEPH P. HYDER)

الجائحة التى اجتاحت العالم سنة ٥٣٥ م

فى أواخر القرن العشرين طفا على السطح عدد من النظريات تتناول تغيرات جيولوجية كارثية كانت لها آثار على أنماط الحياة على الأرض. ومن بين أهم تلك النظريات فكرة أن مذنبًا قد محا الديناصورات من على وجه الأرض منذ ملايين السنين. غير أنه لم يكن أحد موجودًا ليشهد بحدوث ذلك الحدث؛ بينما شهد الكثيرون كارثة سنة ٥٣٥ م، إذا كان صحيحًا ما يقوله مايك بيلى خبير تزمين الأشجار (أى تحديد عمر الأشجار) (dendrochronologist) ودافيد كيز الأثرى الهاوى. فأثناء دراسته لحلقات الأشجار اكتشف بيلى ما يشير إلى انخفاض حاد فى نمو الأشجار فى الفترة من ٥٣٥-٥٤١ م. وفيما بعد نشر ما توصل إليه فى كتابه "من الخروج إلى آرثر" (Exodus to Arthur)، بينما وضع كيز نظريته الخاصة به فى كتابه "كارثة" (Catastrophe).واستشهد فيه بعدد من النصوص التاريخية، منها كتابات لعلماء بيزنطيين وصينيين وأنجلوساكسون، يشيرون فيها إلى حدوث شىء ما كارثى سنة ٥٣٥ م.

ويؤكد بعض الجيولوجيين أنه كان ثورة لبركان كراكاتاو، وهو البركان الإندونيسى الذى اشتهر بثورته العارمة سنة ١٨٨٣، والتى من الممكن أن تكون قد قذفت بكميات من الأتربة فى الغلاف الجوى كافية لإحداث شتاء اصطناعى. وبصرف النظر عن السبب، يبدو من حديث بروكوبيوس (Procopius) (ت ٥٦٥م) أن "الشمس كانت تشع ضوءًا دون سطوع ... لمدة عام كامل". وسرعان ما حل بالإمبراطورية البيزنطية، التى أتى منها بروكوبيوس، طاعون كان الأول فى سلسلة من الطواعين حلت بها. ولعل ذلك الطاعون قد نتج من اختلال التوازن بين الحيوانات آكلة اللحوم والفئران التى تحمل المرض من جراء تغيرات مناخية.

وقد تكون نفس تلك التغيرات أيضًا هى التى تسببت فى نقصٍ فى الطعام فى سهوب آسيا الوسطى نتجت عنها موجة جديدة من غزو لأوروبا، قاده الآفار هذه

المرة. كما يبدو أيضًا أن الطاعون، مجتمعًا مع غزو الآفار، أجبر البيزنطيين على التخلي عن محاولة إعادة غزو الإمبراطورية الرومانية الغربية بقيادة جستنيان الأول (حكم ٥٢٧-٥٦٥م). ومنذ ذلك الحين هوت أوروبا الغربية فى عصور الظلام التى لم تبرأ منها سريعًا، ومن الجائز أن السبب كان يكمن فى بركان على الجانب الآخر من العالم.

جدسون نايت (JUDSON KNIGHT)

لمزيد من القراءة

Boardman, John, et al, eds. *The Oxford History of the Classical World.* Oxford: Oxford University Press, 1986.

Clagett, Marshall. *Greek Science in Antiquity.* London: Abelard-Schuman, 1957.

Lindberg, David C. *The Beginnings of Western Science.* Chicago: Chicago University Press, 1992.

Lloyd, G.E.R. *Magic, Reason, and Experience: Studies in the Origins and Development of Greek Science.* Cambridge: Cambridge University Press, 1979.

علم الزلازل فى الصين القديمة

نظرة شاملة

ابتُلِيت الصين بالزلازل بسبب موقعها فى جزء من العالم يتسم بنشاط زلزالى، وهى زلازل تسببت بصورة روتينية فى مقتل الآلاف فى واحدة من أكثر البلدان كثافة سكانية على ظهر الأرض. كان ذلك هو الحال على مدى التاريخ المسجل، وربما لمدة أطول من ذلك بكثير. فلا عجب إذًا فى أن علماء الصين القديمة كانوا أول من ابتكر مقياسًا للزلازل لمتابعة زلازل وطنهم. ويمكن أن تسهم القدرة على التعرف السريع على حدوث زلزال واتجاهه العام فى مساعدة الحكومة على حشد العون بصورة أسرع. وعلى مر الزمن، تحول الاختراع الذى كان صينيًا أصلاً إلى وسيلة تشخيصية مهمة أيضًا، أسهم فى معرفة التركيبة العميقة للأرض كما يمنحنا القدرة على مراقبة التجارب السرية للأسلحة الذرية.

الخلفية

فى العاصمة الصينية سيان، وفى غرفة فى مقر المستشارية الإمبراطورية للعلوم الفلكية والتقاويمية، وقف وعاء برونزى، يبلغ قطره حوالى ١,٨ متر. وحول محيط هذا الوعاء هناك ثمانية رؤوس لتنينات، كل منها يمسك بكرة فى فمه المفتوح قليلاً. وتحت كل رأس من رؤوس التنينات هناك ضفدعة برونزية تتطلع فى توقع إلى أعلى تجاه الفم المفتوح. وفى حوالى سنة ١٣٢ م ضرب زلزال كبير مدينة على مبعدة حوالى ٦٤٤ كيلومترًا إلى الشمال الغربى من سيان. وأُعلن عنه فى سيان بفضل الرنين

المدوى للكرة البرونزية عندما سقطت من فم التنين الموجود فى الشمال الغربى إلى فم الضفدعة.

وشكك المراقبون المرتابون فى صحة الحدث، وشكوا فى أنه مجرد إنذار كاذب. وبعد بضعة أيام وصل رسول وأعلن عن الزلزال مما بدد كل الريب. وسجل المؤرخون الرسميون هذا الحدث:

« حدث ذات مرة أن أحد التنينات أسقط كرة من فمه رغم عدم وجود هزات محسوسة. واندهش كل العلماء فى العاصمة لهذا الحدث الغريب الذى حدث دون دليل على حدوث زلزال تسبب فيه. ولكن بعد عدة أيام وصل رسول حاملاً أنباء وقوع زلزال فى لونج - هيس. وبناء على ذلك اعترف الجميع بالقوى الغامضة للآلهة. ومنذ ذلك الوقت فصاعداً أصبح من مهام مسئولى مكتب السجلات الفلكية والتقاويمية أن يسجلوا الاتجاه الذى جاء منه الزلزال ».

كانت الزلازل تتسبب فى اضطرابات كبيرة فى الصين القديمة مثلما تفعل فى العالم الحديث. ويذكر التاريخ المكتوب حدوث أعمال شغب بحثًا عن الطعام وثورات بعد الاضطرابات المدنية التى تصاحب الزلازل. ويضاف إلى ذلك، كانت الزلازل توقف التبادل التجارى العادى، بما فيها شحنات الطعام التى تعتمد عليها المدن، والتى تشكل مدفوعات الضرائب من العديد من المقاطعات. كما كان من الأهمية بمكان إرسال كل من الطعام والجنود للعناية بالمواطنين وقمع أى تفكير فى الثورة. ولهذه الأسباب، كان العلم بحدوث الزلازل بأسرع ما يمكن من الأمور التى اعتبرها الأباطرة الصينيون آنذاك أموراً ذات أهمية حيوية، رغم الجهل بوسائل تنفيذ ذلك.

وفى حوالى سنة ١٣٠م بدأ العالم الصينى اللامع تشانج هنج (٧٨-١٣٩م) يتحسس وسيلة لحل هذه المعضلة. وبالرغم من أن أفكاره لم يجر تسجيلها إلا أنه من الممكن القيام بتخمينات منطقية معقولة. فمن المحتمل أن تشانج هنج، وقد أدرك أن الاهتزازات الأرضية تضعف مع تزايد المسافة من موقع الزلزال، قد أدرك أيضًا أن

تلك الاهتزازات قد تستمر لمسافات جد بعيدة. ومن اليسير أن نعتبر أن الاهتزازات قد تكون موجودة، عند نقطة معينة، وإن كانت أضعف من أن يحس بها البشر. واتباعًا لهذا النمط من التفكير، قد يبدو من الممكن تصميم جهاز أشد حساسية من الإدراك البشرى يمكن بواسطته الكشف عن الزلازل، حتى على مسافات بعيدة. وكان التحدى، بطبيعة الحال، هو صنع مثل هذا الجهاز، وصنعه بحيث يعلن عن الزلزال بصورة جلية واضحة لا لبس فيها.

والشكل الخارجى للجهاز الذى انتهى تشانج هنج إلى ابتكاره هو ما سبق وصفه. غير أن باطن الجهاز هو ما جعله يعمل. ورغم أن ثمة نموذجين على الأقل قد اقتُرِحا، إلا أنه يبدو محتملاً أن هذا الجهاز كان يتكون من عصا مثبت بها ثقل فى قمتها. وتتوازن هذه العصا بدقة على قاعدة، وتستقر التركيبة كلها على الأرض بثبات. وعلى القمة هناك ثمانية عصى فى وضع مستعرض، وكل منها يستقر برقة على الكرات النحاسية المستقرة فى أفواه التنينات.

والعصا، وهى أثقل عند القمة، متوازنة فيما يعرف عند الفيزيائيين باسم "التوازن غير المستقر". وهو ما يشبه التوازن فوق كرة؛ حيث تبقى متوازنًا طالما أنك لا تتحرك. ولكن، بمجرد أن تتحرك حركة ضئيلة فإنك تستمر فى الحركة فى هذا الاتجاه بسبب الشكل الكروى للكرة. وكلما تحركت لمسافة أبعد عن نقطة الثبات، ازداد عدم ثباتك. والتوازن المستقر يشبه وضع كرة فى منتصف وعاء على شكل سلطانية؛ إن أنت حركتها قليلاً فإن شكل السلطانية يعيد الكرة إلى مركز السلطانية. وفى هذه الحالة فإن التحرك بعيداً عن المركز يزيد من القوى التى تعيدك إلى المركز.

فى هذه الحالة، يتسبب زلزال فى تموجات تسرى فى القشرة الأرضية. وهذه الموجات تسبب اضطراباً فى التوازن غير المستقر للعصا، مما يجعلها تسقط فى الاتجاه الذى أتت منه التموجات. وعندئذ تسقط العصا على واحدة من العصى المستعرضة وتجعل الكرة تسقط فى فم الضفدع مسببةً ضجة كبيرة. وبهذا يسجل

الجـهـاز كـلا من زمن الزلزال واتجـاهه. وهذا هـو أول جـهـاز لاكـتـشـاف الزلازل (سيزموجراف).

التأثير

تتبـاين الآراء حـول مـا إذا كـان "ديك رياح الزلازل" الذى ابتكره هنج كـان على درجة كـافيـة من الحسـاسيـة ليقـوم بذلك العمل. فمن ناحيـة، لاشك فى أنه نجح فى اكتشاف حدوث زلزال واحد على الأقل واتجاهه من مسافة بعيدة. ومن ناحية أخرى، يشكك بعض خبـراء اكتشـاف الزلازل المحدثين فى أن الجـهـاز قـد يكون به احـتكاك داخلى أكثر مما يجب مما يجعله أقل حساسية من بشر منتبه. ولسوء الحظ، لم يبق وصف مفصل لتركيبته الداخلية، وكذلك لم يُعثر على نموذج له. ولهذا فمن المرجح أننا لن نعرف أبدًا مـا إذا كان هذا الجهاز دقيقًا أم أن الأمر لم يتعد الحظ الحسن. وفى كلتـا الحالتين، نسـيت الصين هذا الجـهـاز لما يربو على ألف عـام، إلى أن ظهـر جـهـاز كشف الزلازل الحديث فى القرن الثامن عشر.

وبالرغم من ذلك، أو لعله بسـبب ذلك، يبـدو من الأنسب أن نتناول بالنقـاش تأثيـر علم الزلازل الحديث على المجـتـمع؛ لأن "ديك رياح الزلازل" كـان أبعـد سلف لأجـهـزة اليوم، رغم اختفائه منذ زمن بعيد. ولعل المجتمع الصينى القديم قد أحس ببـعض تلك التـأثيرات أيضًا. وهى، على وجه التحديد، تأثيرات علم الزلازل على التحذيرات منها ومدى الاستعداد لمواجهتها والتقدم العلمى الذى نبع من علم الزلازل.

بنى تشـانج هنج جـهـازه بهـدف وحـيـد هو اكـتـشـاف الزلازل بغـرض الإسـرا ع بالمسـاعدة إلى مشـهـد الأحداث بأسرع مـا يمكن. والقـدرة على ذلك تسـهم إسـهـامًـا ملحـوظًا فى التـخـفـيف من الأضـرار التى يتسـبب فـيـهـا زلزال خطير، وهـى حـقـيـقـة يشـهـد بها بقـوة سكان سـان فـرانسـيسكو وكوبى فى اليـابان وغيرها من المدن التى ضـربتـهـا زلازل كبيرة. وفى الحقيقة، نجد أن أكثر تحفظات الناجين من الزلازل هى

تأخر وصول المساعدات، مما يؤدى إلى المجاعة والمعاناة والموت، وكلها أمور كان من الممكن تجنب حدوثها.

ومن البديهى أن كل ما كان يمكن عمله فى الصين فى القرن الثانى الميلادى كان الإسراع بالمساعدة إلى المدينة المنكوبة بأسرع ما يمكن. وأسهم فى ذلك جهاز كشف الزلازل الذى ابتكره هنج لأن الاستعدادات تستغرق وقتًا طويلاً. فمع المبادرة بجمع الطعام وحشد القوات والمؤن العاجلة بمجرد سقوط الكرة، لم يكن أمامهم سوى انتظار وصول رسول ينبئهم عن المدينة التى تضررت. وبالرغم من عدم مثالية الاستجابة إلا أن الحكومة على الأقل كانت لديها فرصة التأهب للسفر فى الحال بمجرد سماع هذا النبأ.

ومن البديهى أننا اليوم أمامنا اختيارات أكثر، منها قدرة محدودة على اكتشاف الهزات الخفيفة التى كثيراً ما تسبق الزلازل الأكبر. ويضاف إلى ذلك أن شبكات السيزموجراف الحديثة تحتفظ بمعلومات من مئات السيزموجرافات المنتشرة فى كل أنحاء الأرض. ويتيح لنا ذلك أن نتعرف فى التو على موقع الزلزال وزمن حدوثه وشدته، ويجعل الحكومات تعرف فى الحال أن المساعدة مطلوبة. وعلى الرغم من أنه من الممكن أن نخبر الحكومة بحدوث زلزال عن طريق التليفون أو البريد الإلكترونى إلا أن خطوط التليفونات كثيراً ما تتعطل أثناء الكوارث الطبيعية. وعلى هذا، فالسيزموجراف يعمل كجهاز موثوق به لدعم وسائل الاتصال الفورية المنتشرة اليوم.

وإضافة إلى فوائد السيزموجراف فى الكوارث المدنية والسياسات العامة، نجد له فائدة أخرى فى أنه أداة مفيدة إلى حد ما فى وضع خريطة لباطن الأرض. ومن أوائل الملاحظات المستفادة هو أن كل الزلازل تقريبًا تحدث بالقرب من حدود صفيحة من الصفائح التكتونية. وترتب على ذلك، بجانب أدلة أخرى، أن أصبح موضوع الصفائح التكتونية أمرًا مقنعًا للجميع بصورة طاغية فيما عدا قلة من المتشككين العنيدين.

كما أسهم علم الزلازل أيضًا فى وضع خريطة لحدود الصفائح التكتونية، تكمن أهميتها فى أنها المواقع المعرضة لكل من البراكين والزلازل.

وأخيرًا، منحنا علم الزلازل وسيلة رائعة لمعرفة باطن الأرض. فمثلاً أظهر لنا أن القلب الخارجي للأرض سائل، وساعد فى رسم خريطة للتغيرات الكيماوية والفيزيائية فى الصخور العميقة للقشرة الأرضية التى ليست فى متناول أجهزتنا إلا بهذه الوسيلة. كما كشفت لنا عن التضاريس فى باطن الأرض، وأكثر من ذلك بكثير. ونستطيع أن نقرر باطمئنان أن مفاهيمنا الحديثة عن تركيبة الأرض قد تشكلت بالكامل بواسطة تفسيراتنا للمعلومات السيزمولوجية، التى نبعت كلها من سلف بعيد هو آلة تشانج هنج.

هل تخيل هنج كل تلك الاستخدامات عندما أمر بصب البرونز لصناعة جهازه الأول؟ الإجابة بالنفى فى أغلب الظن. وأغلب الظن أنه كان يحاول التوصل إلى وسيلة أفضل لمساعدة إخوانه من الصينيين. غير أن أحفاد جهازه منحتنا ما هو أكثر من ذلك بكثير.

ب . أندرو كرم (P. ANDREW KARAM)

لمزيد من القراءة

Bolt, Bruce. *Earthquakes and Geological Discovery.* New York: Scientific American Library, 1993.

Temple, Robert. *The Genius of China: 3000 Years of Science, Discovery, and Invention.* New York: Simon & Schuster, 1986.

فيزياء أرسطو

نظرة شاملة

كان كتاب أرسطو (٣٨٤-٣٢٢ ق.م.) "الفيزياء" واحدًا من أكثر الكتابات العلمية تأثيرًا. فقد حدد مجال الفيزياء لقرون عديدة بعدما تم جمعه من مذكرات أرسطو بواسطة أحد تلاميذه. وصار حجر الزاوية للعلوم الغربية كما سمحت بها الكنيسة. وعلى الرغم من أن كثيرًا مما جاء به قد شابته الأخطاء إلا أنه يمثل واحدًا من أوائل المحاولات لتقديم تفسير مترابط منطقى وطبيعى للحركة والتغيرات داخل العالم المادى.

الخلفية

كان للفلسفة والتأمل الإغريقيين تاريخ طويل من قبل أرسطو. وقد بُنيت كتاباته على أفكار فلسفية أقدم تتناول العالم، أو انتقدتها. وكان من بين الاتجاهات الرئيسية فى الفلسفة الإغريقية المبكرة التخمين عما إذا كان العالم مكونًا من مواد عديدة أو من مادة واحدة ولكن فى أشكال متعددة. فاقترح أناكسيمينيس المليطى (Anaximenes of Miletus) (ح ٥٤٥ ق.م.)، على سبيل المثال، أن الهواء هو أساس كل شىء، وأن الماء والتراب هما هواء متكثف، والنار هواء مخلخل.

وفى الحقيقة، فإن مفهوم "الواحد" مقابل "المتعدد" كان موضوعًا شائعًا فى الفكر الإغريقى. وكان بارمنيدس (Parmenides) (٥١٥؟-٤٤٥؟ ق.م.) يقول أنه فى الوقت الذى تبدو فيه الأشياء وكأنما هى تتغير وتتحرك، إلا أن الحقيقة أنها لا تتغير وفى

حال من السكون. والكائنات فى رأى بارمنيدس لايمكن خلقها أو تنميتها، بل هى ببساطة موجودة فى الحاضر وليس لها ماضٍ ولا مستقبل. ورغم أن ذلك قد يبدو لنا أمرًا مثيرًا للسخرية إلا أن زينو الإلياوى (Zeno of Elea) (ح ؟٤٩٥-؟٤٢٥ ق.م.) تلميذ بارمنيدس قرر أن أفكار الحركة والتغير التى تبدو لحواسنا أمرًا مسلمًا به تؤدى إلى بعض المفارقات المحيرة. وأشهر تلك المفارقات هى أخيل والسلحفاة، حيث أثبت زينو أنه على الرغم من أن أخيل أسرع من السلحفاة بمائة مرة، فإنه لا يمكنه اللحاق بها. فعندما يصل أخيل إلى النقطة التى بدأت منها السلحفاة، تكون الأخيرة قد تحركت واحدًا على مائة من تلك المسافة. وعندما يصل إلى نقطة البداية الجديدة تلك تكون السلحفاة قد تحركت مرة أخرى مسافة واحد على مائة من تلك المسافة، وهكذا دواليك إلى ما لا نهاية. وشغلت تلك الأفكار بال المفكرين الإغريق بشدة. وفى الحقيقة، لا تزال مفارقات زينو مثيرة للجدل حتى اليوم.

وثمة فلسفة شائعة أخرى هى فلسفة الذريين من أمثال ديموكريتوس (؟٤٦٠-؟٣٧٠ ق.م.) ولوسيبوس (القرن الخامس ق.م.). كان الذريون يؤمنون بأن كل شيء مصنوع من مكونات ضئيلة أطلقوا عليها اسم ذرات. وآمن بعض الذريين أن هناك كميات لانهائية منها. كما أن فكرة اللانهائية شغلت أيضًا بال العديد من الفلاسفة الإغريق.

حاول سقراط (Socrates) (٤٧٠-٣٩٩ ق.م.) أن يقود الفلسفة بعيدًا عن التفكير فى المفارقات والتفكير فى تركيب الكون الذى لا يهم إلا فئة قليلة. فحاول أن يجيب على أسئلة تتناول الأحوال الإنسانية، مثل "ما هى العدالة؟" و"ما هى الشجاعة؟". وبعد موت سقراط أسس واحد من تلاميذه هو أفلاطون (٤٢٧-٣٨٤ ق.م.) أكاديمية أثينا للتشجيع على دراسة القيم الفلسفية. ودخل أرسطو كتلميذ فى الأكاديمية سنة ٣٦٧ ق.م. وانبهر بدراسة الرياضيات هناك، وبالذات طريقة الاستنتاج المنطقى من مجموعة صغيرة من الحقائق المفترضة (المسلَّمات أو البديهيات). واقترح أفلاطون أن كل العلوم يمكن أن تُستَمَدَّ من المسلمات، وهى فكرة ألهمت أرسطو. وفى كتابه

"التحليل الاستباقي" ضرب أرسطو المثال التالى عن الطريقة البديهية : إذا كان كل يونانى هو شخص، وكل شخص فانٍ، فإن كل يونانى فانٍ.

تأثر أرسطو تأثرًا عميقًا بفلسفة أفلاطون، ولكنه كثيرًا ما كان يختلف مع معلمه. ورفض أرسطو على وجه الخصوص فكرة أفلاطون بوجود عالم آخر من الأنماط المثالية ومفاهيمه عن الروح بوصفها قوة موحدة. فقد أراد أرسطو أن يتعامل فقط مع العالم الحقيقى، لا مع أفكار تجريدية، رغم أنه لم يحقق النجاح التام فى مقصده.

التأثير

يتكون كتاب أرسطو "الفيزياء" من ثمانية أقسام، ينقسم كل منها إلى عدد من الأقسام الفرعية. ولا يقتصر العمل على ما نعرفه اليوم باسم الفيزياء، بل يحاول أيضًا أن يتناول كل العلوم الطبيعية للعالم المادى. غير أن "الفيزياء" يركز على الحركة والتغير، وتشير غالبية الأمثلة إلى أجسام فى حالة حركة، بحيث صار يحدد مجالات الفيزياء لقرون تالية.

قرر أرسطو أن العالم الأرضى يتسم بالتغير والتحلل، بينما كل شىء فوق مستوى القمر خالد سرمدى ومثالى وغير قابل للتغير؛ ولهذا كان الاهتمام الأكبر لكتاب "الفيزياء" بكل شىء تحت مدار القمر. واستمر هذا التصنيف للسماوات وعالم ما تحت مستوى القمر معمولاً به حتى القرن السادس عشر.

وقد ميز أرسطو فى "الفيزياء" بين الأشياء الطبيعية والمصنوعة. والأشياء الطبيعية تمتلك خاصية داخلية للحركة والسكون، وكذلك للنمو والتكاثر. ويضرب أرسطو مثلاً بأن يقول: لو قُدِّر لك أن تزرع سريرًا خشبيًا فلا تتوقع أن تنمو منه أسرة للأطفال. فإن حدث شىء، فسوف تنبت شجرة من خشب السرير؛ لأن الشجرة هى الشكل الطبيعى للأخشاب.

ثم يمضى "الفيزياء" ليحدد الحظ والمصادفات. وأقر أرسطو بأن بعض الأحداث تحدث بسبب الحظ أو المصادفة، وأصر على وجود هدف فى الطبيعة، لكنه لم يصر مثل غيره من فلاسفة الإغريق على وجود ضمير للعالم.

ويناقش الجانب الأعظم من "الفيزياء" قضايا أثارها فلاسفة مبكرون، مثل مفارقات زينو، وأفكار الذريين. ويحتوى الكتاب على مناقشة مسهبة للتعاريف التى أربكت الفلاسفة المبكرين، مثل اللانهاية، والخواء، والزمن. ورفض أرسطو فكرة اللانهاية كما اقترحها بعض الذريين. وحاجٌ بأنه حتى الرياضيات لا تحتاج إلى اللانهاية. وساعده هذا الرفض فى التغلب على مفارقة "أخيل والسلحفاة"، لزينو، رغم أن كثيراً من المعلقين اللاحقين لاحظوا أن حججه غير مقنعة. غير أن رفض أرسطو للانهاية كان رفضًا جزئيا؛ لأنه، على سبيل المثال، حاول أن يقول أيضًا إن العالم كان موجوداً دائمًا وإنه لن ينتهى. وترتب على حججه ضد اللانهاية أن الذريين اللاحقين إما نبذوا الفكرة أو حاولوا إثبات خطأ حجج أرسطو.

وكان ثمة سبب آخر لرفض أرسطو لفكرة اللانهاية وهو سبب ارتبط مباشرة بمفاهيمه عن الحركة. فقد كان يؤمن بأن كل الأشياء مكونة من عناصر أربعة (الهواء والماء والتراب والنار)، وكلها تحاول الانتقال إلى أماكنها الطبيعية فى الكون. فالعناصر الثقيلة تحاول أن تتجه إلى باطن الأرض، والعناصر الخفيفة تحاول الانتقال إلى حافة السماوات. ونظراً لإيمانه بذلك، لم يتقبل أرسطو فكرة عالم لانهائى، فلا بد له من حافة.

كان أرسطو يؤمن بأن كل الأشياء لها وزن وخفة، وهما صفتان منفصلتان، وأن الوزن والخفة تحددان الحركة الطبيعية للأشياء. وقرر أن الأشياء الأثقل وزنًا تسقط أسرع من الأشياء الأخف وزنًا، وهو ادعاء تسبب فى مشاكل للعلماء اللاحقين الذين أثبتت تجاربهم غير ذلك.

حاول أرسطو أن يجعل تحليله للحركة مبسطًا، فلم يتناول إلا الحركة المستقيمة والحركة المقوسة. والحركة المقوسة، مثل حركة الكواكب، يمكن أن تكون أبدية، ولكن

الحركة المستقيمة تتوقف ثم تبدأ. وتسبب هذا التحليل المبسط فى مشاكل لوجهة نظر أرسطو، ولهذا كرس جانبًا كبيرًا للتعامل مع نقاط نهاية الحركة.

ربط أرسطو بين سرعة الجسم المتحرك ووزنه وكثافة الوسط الذى يتحرك الجسم فيه. ولهذا السبب أنكر أرسطو وجود خواء فى الطبيعة؛ لأن ذلك يعنى كثافة مقدارها صفر، مما يترتب عليه أن الجسم الذى يتحرك فى خواء ستكون سرعته مالانهاية، وهو أمر بدا له مستحيلاً.

ونادى أرسطو بأن كل شىء يتحرك إنما يتحرك بفعل شىء ما. وأدى به ذلك إلى استنتاج حتمية وجود مصدر أصلى للحركة، "مصدر للتغير لا يتغير". واعتبر بعض القراء أن ذلك "المحرك الأولى" يعنى إلهًا، وتم تفسيره فيما بعد بواسطة الكتاب المسيحيين بأنه يعنى الرب الخالق.

وقد هيمنت كتابات أرسطو على الفلسفة اليونانية اللاحقة وعلى دراسات الكتاب البيزنطيين والعرب. وأصبح "الفيزياء" المرجع الرئيسى، والوحيد بالنسبة للكثيرين، عن الحركة والتغير. غير أن كتابات أرسطو أعيد تفسيرها فى صور شتى بواسطة الناسخين اللاحقين. وكان العلماء المسيحيون فى أوروبا، من أمثال توماس الأكوينى (Thomas Aquinas) (١٢٢٥-١٢٧٤م)، كانوا مهرة بصفة خاصة فى إعادة صياغة كلمات أرسطو بحيث تؤازر معتقداتهم الدينية. رفض المسيحيون قول أرسطو إن العالم أبدى؛ لأن التوراة قررت أنه له بداية ونهاية. ودمجوا أفكار أرسطو بأعمال غيره من المفكرين الإغريق وشكلوا منها فلسفة مترابطة منطقيًا مع العالم بحيث تتفق مع التوراة. بل إن المعلقين اللاحقين حاولوا أن يوفقوا بين أفكار أرسطو وأفكار أفلاطون معلمه، بالرغم من حقيقة أن أرسطو قد عارض تعاليم أفلاطون على وجه التحديد.

وبعد بعض الصعوبات الأولية، تم تقبل أعمال أرسطو كأساس للعلم، كما صار يُدَرَّس فى الجامعات الأوروبية من القرن الثالث عشر إلى القرن السابع عشر.

وحدد كتاب "الفيزياء" المجال. وصار التلاميذ يحفظون أعمال أرسطو عن ظهر قلب واعتبروا كل كلمة كتبها صحيحة. وفى الحقيقة، عندما شرع نيكولاس كوبرنيكوس (١٤٧٣-١٥٤٣) وجاليليو (١٥٦٤-١٦٤٢) وغيرهم فى تحدى مفاهيم "الفيزياء" من خلال الرصد والتجريب، وجدوا أنفسهم متهمين بمخالفة الأسس اللاهوتية للمسيحية، فقد أصبح المفهومان متشابكين تشابكًا وثيقًا. ولم يحدث إلا بعد أن نشر إسحق نيوتن (١٦٤٢-١٧٢٧) كتابه "مبادئ الرياضيات" (Principia Mathematica) أن تم التخلى عن "فيزياء" أرسطو كأكثر مراجع الفلسفة الطبيعية قراءةً وتأثيرًا.

وقد كتب أرسطو عددًا من أعمال أخرى تتناول العلم طور فيها من نظرته العامة للتغير والسببية، مغطيًا موضوعات مختلفة من علم الحيوان والفلك والكيمياء والجغرافيا والأرصاد الجوية وعلم النفس. كما كتب أيضًا فى القانون والتاريخ الدستورى والأخلاقيات والآداب والمنطق واللغويات وغير ذلك من مواضيع. وكثير من خطواته المنطقية مُختَلَفٌ عليها، كما أن كثيرًا من استنتاجاته خاطئة، ولكنه فى "الفيزياء" حدد الموضوع وقدم تفاسير متماسكة للحركة الظاهرية للأشياء فى العالم الحقيقى دون أن يلجأ إلى عالم ما وراء الطبيعة أو إلى التفسيرات التجريدية. وكان نجاح "الفيزياء" هو فشله فى نفس الوقت؛ لأنه كان ذا تأثير بلغ من مداه أن المفكرين اللاحقين تعاملوا معه بوصفه إنجيلاً ولم يحاولوا أن يختبروا مدى صحة استنتاجات أرسطو أو تحديها لقرون عديدة.

دافيد تلوك (DAVID TULLOCH)

جون فيليبونوس يتحدى نظرية أرسطو الخاصة بالحركة ويضع الأسس لنشأة مفهوم القصور الذاتى

فَرَّق أرسطو بين الحركة الطبيعية والحركة العنيفة. والحركات الطبيعية هى التى يقوم بها الجسم عندما لا يعوقه عائق. بينما تحدث الحركات العنيفة عندما يزاح الجسم عن مكان سكونه الطبيعى. وكان أرسطو يؤكد أن القوة المتسببة فى الحركة العنيفة لا بد أن تكون فى حالة احتكاك وتلامس كامل بالجسم المتحرك. والدافع المسبب لسهم يُطْلَقُ هو وتر القوس. وكان أرسطو يقول بأن المحرك الأصلى لا يكتفى بدفع السهم إلى الحركة وإنما يُنَشِّطُ الوسط المحيط به، وهو الهواء فى هذه الحالة. فالهواء ينفرج من أمام السهم ثم يلتف من خلفه مكونًا قوة دفع مستمرة من ورائه. وتتناقص هذه القوة تدريجيًا بسبب مقاومة الوسط. وبعد أن تتلاشى تلك القوة نهائيًا يسقط السهم إلى أسفل بحركته الطبيعية.

قرر جون فيليبونوس (John Philoponus) (اشتهر ح ٤٥٠م) بإقناعٍ أن الوسط ليس هو العامل المسبب للحركة العنيفة، وإلا لأمكن تحريك جسم بمجرد إثارة الهواء من حوله. غير أن ذلك تدحضه التجربة. وانتهى جون إلى استنتاج أن الحركة العنيفة تحدث بأن ينقل المحرك إلى الجسم قوة حركية معنوية غير مادية، عُرفت فيما بعد باسم قوة الدفع. تطورت نظرية قوة الدفع بصورة أكثر شمولاً على يد جان بوريدان (Jean Buridan) (ح ١٢٩٥-١٣٥٨)، الذى أرجع الاستمرارية إلى قوة الدفع، مقررًا أنها ثابتة إلى الأبد إلا إذا تناقصت بفعل المقاومة الخارجية. ويحمل ذلك معنى ضمنيًا بأن جسمًا فى حالة حركة سيستمر متحركًا إلى الأبد فى سرعة ثابتة طالما لا توجد مقاومة. وتتشى صيغة بوريدان بتشابه مذهل مع مفهوم القصور الذاتى وأسهمت فى تمهيد الطريق لنشأته.

ستيفن د. نورتون (STEPHEN D. NORTON)

لمزيد من القراءة

كتب

Barnes, Jonathan. *Aristotle. Oxford*: Oxford University Press, 1982.

Barnes, Jonathan, ed. *The Cambridge Companion to Aristotle.* Cambridge: Cambridge University Press, 1995

Barnes, Jonathan, ed. *The Complete Works of Aristotle.* 2 vols. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1984.

Lang, Helen S. *Aristotle's Physics and Its Medieval Varieties.* New York: State University of New York Press, 1992.

مواقع على الإنترنت

http://classics.mit.edu/Aristotle/physics.html

سير حياة مختصرة

أبيقور (Epicurus) فيلسوف يونانى
(ح ٣٤١-٢٧٠ ق.م.)

أسس أبيقور أو إبيكوروس المدرسة الأبيقورية الفلسفية، التى نشدت تحقيق السعادة من خلال الحياة البسيطة. وتكمن أهميته للعلم فى تعديل النظرية الذرية الديموكريتية والترويج لها.

ولد أبيقور فى ساموس المستعمرة الأثينية حوالى ٣٤١ ق.م. وكان أبوه نيوكليس ناظر مدرسة هاجر من أثينا. وارتحل أبيقور إلى أثينا سنة ٣٢٣ ق.م. ليستكمل الخدمة العسكرية الإجبارية. وبعد ذلك عاود الالتحاق بعائلته فى كولوفون على سواحل آسيا الصغرى. وهناك درس الفلسفة على يد نوسيفانيس، وهو تلميذ سابق لديموكريتوس (ح ٤٦٠- ح ٣٧٠ ق.م.). ثم أسس مدرسة فى مدينة ميتيلين على جزيرة لسبوس، وأخرى فى لامبساكوس على سواحل الهللسبونت. وفى سنة ٣٠٧ أو ٣٠٦ عاد أدراجه إلى أثينا وأسس المجتمع الأبيقورى الذى عُرِف باسم "الحديقة"، الذى سمح بدخول الرجال والنساء والعبيد على حد سواء. وبقيت هذه المدرسة مركزًا لنشاطاته حتى وفاته فى ٢٧٠ ق.م.

وعندما اجتاح الإسكندر الأكبر (٣٥٦-٣٢٣ ق.م.) آخر بقايا الديمقراطية اليونانية واستبدل بها ملكية استبدادية، نشأ فى الضمير الهللينستى إحساس متنام بعجز الفرد. وذهب أدراج الرياح أيضًا الإحساس بالمجتمع والواجبات المدنية التى كانت من السمات الرئيسية للدول - المدن الإغريقية. ونتج عن ذلك سلوكيات

فلسفية جديدة. ولم يعد يُنظر للفلسفة بوصفها نشاطًا ذهنيًا فى المقام الأول يسير وفقًا لقواعدها الخاصة. وإنما صار يُنظر إليها كملاذ محتمل من اليأس والقنوط وتقلبات الحياة. وضع إبيكوروس فلسفته فى هذا المناخ. وكان هدفه الأول أن يُعلِّم الرجال كيف يسعون إلى سلوك تجاه الحياة يضمن السعادة. وكانت النتيجة مذهب المتعة المعتدل.

وكان من ركائز التعاليم الأبيقورية التأكيد على راحة البال كوسيلة للوصول إلى السعادة. وكان إبيكوروس يؤمن بأن ذلك يتهدده الجهل بالعالم الطبيعى الذى تولد عنه انتشار الإيمان بالقوى الخارقة للطبيعة، وشكوك حول المكاسب أو العقوبات المحتملة فى الحياة الآخرة. ووجد أن النظرية الذرية للوسيبوس (اشتهر ح ٤٥٠-٤٢٠ ق.م.) وديموكريتوس متفقة مع احتياجاته فكيَّفها وفقًا لذلك.

وفى كتابه "الطبيعة" (De natura) وضع تفسيراً آليًا للعالم يرتكز على نظرية ديموكريتوس الذرية. وتقبل فكرة أن كل الظواهر الطبيعية تنشأ من الذرات والخواء. فالذرات ضئيلة لدرجة عدم إدراكها بالحس، ولها أشكال وأحجام مختلفة ولكنها مكونة من نفس المادة بأعداد لا نهائية، ولها حرية الحركة فى الخواء. وتختلف سمات الأحاسيس فى الأجسام المادية، مثل الطعم واللون والوزن، طبقًا لعدد الذرات المكوِّنة لها وترتيبها ووجود فراغات. ولم تترك هذه الصورة مجالاً للقوى الخارقة للطبيعة.

كانت الذرة الأبيقورية غير قابلة للانقسام المادى مثلما كانت الذرة الديموكريتية. ولكن إبيكوروس، على النقيض من ديموكريتوس، ادعى أن الذرة مكونة من أجزاء ضئيلة يمكن انقسامها ذهنيًا. كما يبدو أيضًا أن النظرية الذرية الديموكريتية لم تترك مجالاً للإرادة البشرية لأن حركات الذرات المكونة للعقل كانت تتحكم فيها تحكمًا تاما حركتها السابقة وتفاعلاتها مع البيئة. ولكى يتجنب النتائج غير المرغوب فيها للحتمية المطلقة، أدخل إبيكوروس "انحرافه" الذرى الشهير، وهو انحراف تلقائى من الحركات الذرية الطبيعية.

وقـد خـدمت هذه الانحـرافـات العـارضـة أهدافًـا أخـرى. فـفى النظرية الذرية الديموكريتية كانت الحركات الطبيعية للذرات تعتبر بديهيات غير محددة فى النظرية. ولم يرض إبيكوروس عن هذا الوضع وقرر أن لهـا نزعة طبيـعيـة لأن تقع "إلى أسـفل" بسبب أوزانها. ولكنه أدرك أن الذرات سوف تقع فى الخواء دون أن تتفاعل فيما بينها إلا إذا وُجدت آلية مـا تغيـر من تلك التـحـركـات. ونجح "الانحـراف الذري" فى تعليل تقاطع مسارات الذرات.

وقـررت "الشـريعـة" أو النظرية الأبيـقـورية أن كل المعـارف تنبع من الحـواس. وإضافة لذلك، أى شىء لا يتعارض مع التجربة يمكن اعتباره حقيقياً.

ستيفن د. نورتون



أبيقور

أرشميدس رياضياتي ومهندس إغريقي

(ح ٢٨٧-٢١٢ ق.م.)

يعتبر أرشميدس واحداً من أبرز عباقرة الرياضيات فى كل العصور، فقد أسهم إسهامات جوهرية فى مجالات الهندسة والميكانيكا، ووضع الأسس للوغاريتمات وعلم التفاضل والتكامل اللذين نشآ بعد ذلك بكثير. وتضمنت بعض من أشهر أعماله العلاقة بين الأحجام ومساحات الأسطح للأجسام الكروية والمخروطات التى تشترك معها فى نفس أبعاد القاعدة والارتفاع. وتركت أعماله أثرها على العلماء لسنين طويلة تالية، منهم جاليليو جاليلى (١٥٦٤-١٦٤٢م) وإسحق نيوتن (١٦٤٢-١٧٢٧).

ولد أرشميدس حوالى سنة ٢٨٧ ق.م.، وكان ابناً للفلكى فيدياس، وربما كان من أقرباء ملك صقلية هيرون الثانى. وترك أرشميدس موطن طفولته بصفة مؤقتة فى سيراكيوز الميناء الصقلى كى يدرس فى الإسكندرية، المركز الثقافى لبلاد اليونان، فى المدرسة التى أسسها إقليدس (ح ٣٠٠ ق.م.) قبل ذلك ببضعة عقود.

وسرعان ما وقع الشاب فى غرام الرياضيات واستمر اهتمامه بهذا المجال طوال حياته. وبمرور السنين أنتج العديد من المقالات الرياضياتية منها "حول توازن الكواكب"، و"حول الأجسام الكروية والمخروطات"، و"حول الأجسام الطافية". وفى الكتاب الأول تناول ميكانيكية الروافع وأهمية مركز الثقل فى توازن الأوزان المتساوية.

وفى كتابه "حول الأجسام الكروية والمخروطات" بنى أرشميدس على أعمال سابقة لإقليدس لكى يصل إلى استنتاجات حول الأجسام الكروية والمخروطات والأسطوانيات. وكما جاء فى كتاب "العلماء المائة" (سيمونز ١٩٩٦): "أثبت أرشميدس أنه لو كان لتلك الأشكال نفس القاعدة والارتفاع - تخيل أسطوانة بُنيت داخل نصف كرة مبنية

بدورها داخل أسطوانة - فسوف تكون النسب بين أحجامها ٣ : ٢ : ١ ويضاف إلى ذلك أن مساحة سطح الجسم الكروى تساوى ثلثى مساحة الأسطوانة التى تضمها". سُرَّ أرشميدس أيما سرور باكتشافه هذا، لدرجة أنه طلب من أسرته أن تنقش كرة وأسطوانة على شاهد قبره.

استغل أرشميدس كتابه "حول الأجسام الطافية" فى إعادة سرد نظريته عن إزاحة الماء والمساهمة فى تأسيس علم الهيدروستاتيكا (علم توازن الموائع). وأثبت فى هذا الكتاب أنه عند طفو جسم من أى شكل ووزن على سطح الماء، فإن القوة الرأسية للطفو تساوى وزن الماء الذى تزيحه. وتؤكد واحدة من الحكايات التى تُحكى عن أرشميدس أنه أدرك لأول مرة هذه العلاقة بين وزن جسم طافٍ والزيادة الناتجة فى مستوى الماء، بينما كان يراقب ارتفاع الماء أثناء غطس جسمه فى حوض الاستحمام. ويقال إنه من فرط انفعاله بهذه الفكرة قفز يعدو فى الطرقات وهو عار كما ولدته أمه معلنًا عن اكتشافه.

وعلى الرغم من أن الرياضيات النظرية كانت غرامه الأول، إلا أنه كثيرًا ما كان يضع أفكاره موضع التنفيذ والاستخدام العملى. فمثلاً، استخدم نظريته عن إزاحة الماء فى إثبات شكوك الملك هيرون فى أن إكليلاً ذهبيًا (البعض يقول إنه كان تاجًا) لم يكن فى الحقيقة من الذهب الخالص. وبالمثل استخدم أفكاره عن الروافع فى بناء وسيلة لإنزال سفينة ذات حجم كبير. ومن بين مخترعاته كان لولب أرشميدس (الطنبور) للمساعدة فى رفع المياه الجوفية.

كما ساهم أرشميدس أيضًا فى الدفاع عن سيراكيوز ضد القوات الرومانية الغازية بقيادة القائد مارسيللوس بابتكار وسائل لقذف القوات المهاجمة بالحجارة، وتدمير السفن المعادية. غير أن جهود أرشميدس للدفاع عن وطنه لم تكن كافية، وبعد ثمانية أشهر انتصرت قوات مارسيللوس. وقتل أرشميدس على يد الجنود الرومان وكان فى الخامسة والسبعين من عمره. وتقول بعض الروايات إن انشغاله بالرياضيات

قد لعب دوراً فى مقتله. فالرواية تقول إنه بلغ من شدة انشغاله بالتفكير أنه لم يلقِ بالاً لأوامر جندى من الجنود مما جعل الجندى يقتله بسبب عصيانه للأوامر.

وحسبما تمنى أرشميدس، زُين قبره برسوم هندسية لأسطوانة وجسم كروى.

لزلي أ. ميرتز (LESLIE A. MERTZ)

أريستارخوس الساموسى (Aristarchus of Samos) فلكى ورياضياتى إغريقى (ح ٣١٠- ح ٢٣٠ ق.م.)

اشتهر أريستارخوس بوضعه أول نظرية كواكبية عن مركزية الشمس؛ ولهذا السبب صار يُعرف باسم "كوبرنيكوس العالم القديم". كما أجرى أيضًا أول تقدير منطقى للمسافة إلى الشمس والقمر، وأحجام تلك الأجرام.

لا يعرف عن حياته الشخصية إلا أقل القليل. وولد فى جزيرة ساموس ببحر إيجه حوالى ٣١٠ ق.م. وارتحل إلى الإسكندرية فى وقت ما قبل عام ٢٨٧ ق.م. وهناك درس على يد ستراتو اللامبساكوزى (Strato of Lampsacus) (مات ح ٢٧٠ ق.م.). ولم يتبق له إلا كتاب واحد هو "حول حجم وبعد الشمس والقمر". وحفظ لنا أرشميدس (٢٨٧-٢١٢ ق.م.) تفاصيل نظريته عن مركزية الشمس فى كتابه "حاسب الرمال".

كان أريستارخوس أول من حاول أن يحدد مسافات فلكية بإجراء تحليلات هندسية. وكان أساس طريقته إدراك أنه أثناء تربيع القمر - وفيه يكون نصف القمر بالضبط مضاءً بالشمس - تحتل الشمس (ش) والقمر (ق) والأرض (أ) رؤوس زوايا مثلث قائم الزاوية. فقد أدرك أريستارخوس أن الزاوية ش ق أ، وهى زاوية قائمة، يمكن قياسها بالرصد. ومن هذه المعلومة يمكن استنتاج قيمة الزاوية ش ق أ، كما يمكن استنتاج النسبة بين مسافات الشمس والقمر.

وبالرغم من أن المنطق الرياضياتي لأريستارخوس لم يَشُبْهُ الخطأ إلا أن التقنيات اللازمة للرصد الفلكي لم تكن قد وُجِدت بعد. وأول شيء أنه لم يكن يملك الوسيلة لتحديد لحظة تربيع القمر تحديداً دقيقًا. وثاني شيء لم تكن ثمة آلات تستطيع قياس تلك الزاوية بدرجة كافية من الدقة. وأخطاء ضئيلة في أي من القيمتين سوف ينتج عنها أخطاء كبيرة في عدم دقتها. وفي الحقيقة، كانت استنتاجاته عن المسافة إلى الشمس أكبر من حقيقتها بما يبلغ ١٨ إلى ٢٠ مرة والمسافة إلى القمر أقل من حقيقتها بما يبلغ ٢٠٠ مرة.

وفي كتابه "حول حجم وبعد الشمس والقمر" حاول أريستارخوس أيضًا أن يحدد قطر كل من الشمس والقمر. فبعد أن قاس حجم الظل الذي ألقته الأرض أثناء خسوف القمر، قدر أن قطر القمر يبلغ ثلث قطر الأرض. وعلى الرغم من سلامة منطقه الهندسي مرة أخرى، إلا أن القياس غير الدقيق نتج عنه أن التقدير كان أكبر بقليل من الحقيقة. ولكن تقديره بأن قطر الشمس يبلغ سبعة أمثال قطر الأرض كان خطأً بالغًا - فالرقم الحقيقي يقترب من مائة مرة. وبالرغم من ذلك فإن حقيقة أن الشمس أكبر من الأرض قد تكون أوحت له باحتمال أن الأرض تدور حول الشمس.

كانت أسس تلك الأفكار قد وضعها الفلاسفة الفيثاغوريون. وكان فيلولاوس الكروتوني (Philolaus of Crotona) (اشتهر ٤٤٠ ق.م.) قد وضع فرضية لكون مكون من أجسام كروية متراكزة حول نار مركزية. وتدور الأرض وأرض مضادة (anti-Earth) وغيرها من الأجرام السماوية، بما فيها الشمس، في مدارات دائرية حول النار المركزية. وإضافة لذلك، اقترح هيسيتاس السيراكيوزي (Hicetas of Syracuse) (اشتهر في القرن الخامس ق.م.) أن الأرض تدور حول محورها.

جمع أريستارخوس تلك الأفكار وصنع منها نموذجًا حقيقيًا متمركزًا حول الشمس. كان الكون الذي ابتدعه كروي الشكل وتقع الشمس في مركزه والنجوم مثبتة

على حوافه. وجعل الأرض تدور حول محورها تمشيًا مع ما نادى به هيسيتاس، ثم أدخل المفهوم الثورى أن الأرض تدور حول الشمس فى مدار دائرى.

كانت فكرة الحركة المدارية للأرض تحمل بين طياتها تغيرًا ظاهريًا فى مواقع الشمس والنجوم بسبب تغير مكان الناظر. وعلل أريستارخوس ذلك بأن نصف قطر مدار الأرض بالغ الضآلة مقارنة ببعد مسافات الشمس والنجوم بحيث إن التغير الظاهر فى المواقع لا يكاد يلاحَظ. ورغم أن نظرية أريستارخوس بها بصيرة إلا أنها عجزت عن تعليل عدم تطابق أطوال الفصول المناخية وغير ذلك من الظواهر التى تعللها بصورة أفضل أفلاك التدوير فى النموذج القائم على مركزية الأرض. ولهذا، لم تجذب نظرية مركزية الشمس إلا أنصارًا قليلين، حتى أعاد نيكولاس كوبرنيكوس (١٤٧٣-١٥٤٣) ابتكارها بعد ثمانية عشر قرنًا.

أثنى فيتروفيوس (Vitruvius) (اشتهر ح ٢٥ ق.م.) على أريستارخوس لابتكاره مزولة شمسية. كما ابتكر أريستارخوس أيضًا أول طريقة هندسية لتقريب جيب الزوايا الصغيرة.

ستيفن د. نورتون

أفلاطون فيلسوف يونانى
(٤٢٧-٣٤٨؟ ق.م.)

بالرغم من أن أفلاطون نفسه لم يسهم إسهامات جوهرية مباشرة فى العلم والرياضيات، إلا أن فلسفاته وطرق تدريسه قد تركت أثرًا كبيرًا على تطور تلك المجالات لعدة قرون. وقد استلهم أفلاطون العديد من أعماله من فلاسفة إغريق أقدم منه، وبخاصة سقراط (٤٧٠-٣٩٩ ق.م.). غير أن أفلاطون كان أول من أنتج كمًا كبيرًا من الكتب غطت الجوانب الرئيسية للفلسفة كما تناقش اليوم.

ولد أفلاطون لأسرة من علية القوم فى أثينا فى زمن كانت قوة تلك المدينة فى تدهور. وشارك فى حرب البيلوبونيز (٤٠٩-٤٠٤ ق.م.) ضد اسبرطه، وأصبح يحترم النظام الاسبرطى للحكومة الصلبة والقواعد الاجتماعية الصارمة التى بدا أنها منحتهم القوة اللازمة لهزيمة أثينا. ويبدو أن أفلاطون كان يُعَدُّ للاشتغال بالسياسة لولا أن الفساد السياسى فى زمنه والمعاملة التى لقيها معلمه سقراط، جعلا أفلاطون يؤثر الفلسفة بدلاً من السياسة. وكان سقراط قد أدين بتهمة إفساد الشباب والشك فى الأرباب، مما أدى إلى الحكم عليه بالموت. وبعد أن خاب أمل أفلاطون رحل إلى مصر وصقليه وإيطاليا حيث تعلم الرياضيات من الفيثاغوريين، وهم جماعات أخوية أرستقراطية كانت منجزاتها الرئيسية فى مجالات الموسيقى والهندسة والفلك. عاد أفلاطون إلى أثينا حوالى سنة ٣٨٧ ق.م. وأسس "الأكاديمية"، وهى مكان للتعليم العالى بهدف أن يغرس فى شباب صفوة الأثينيين المبادئ الأخلاقية التى كان أفلاطون يؤمن أنها ستجعل منهم زعماء أفضل.

أراد أفلاطون أن يزرع فى الموضوعات الفلسفية الثقة التى وجدها فى الرياضيات. وكان يأمل بإمكانية أن يُستَخلَص كل العلم من بضع حقائق مفترضة، أو "مسلمات. واتخذ أفلاطون من أفكار سقراط نقطة انطلاق فاستخدم طريقة الحوارات المكتوبة ليسعى فى سبيل التوصل إلى إجابات لأسئلة من قبيل "ما هى الشجاعة؟" و"ما هى العدالة؟". حاول أفلاطون أن يفسر العلاقة بين الأفكار المجردة وما يمثلها فى عالم الواقع. فمثلاً الخط له طول وليس له عرض، ولكن أى خط يُرسَم سيكون له عرض على الدوام. تخيل أفلاطون عالمًا من الأفكار المجردة حيث تتواجد الأنماط المثالية السرمدية لكل الأشياء. واستخدم مثال أن يكون المرء مقيداً بسلسلة داخل كهف ووجهه إلى الحائط، حيث لا يستطيع أن يرى من الأشياء الموجودة داخل الكهف إلا ظلالها على الحائط. وكان أفلاطون يؤمن بأن العالم يشبه ظلا للعالم المثالى، الذى يحوى أشياء مثل الدائرة المثالية والشكل الثنعشرى (ذى الاثنى عشر سطحًا)

المثالى، وأيضًا الكلب المثالى والحصان المثالى والرجل المثالى والشجاعة المثالية والعدالة المثالية.

وقد عانت أفكار أفلاطون من إعادة تفسير الكتاب اللاحقين لها. فمثلاً غير بلوتينوس (أفلوطين) (Plotinus) (؟٢٠٤-٢٧٠م) الفكرة الأساسية فى أفكار أفلاطون كى تتفق مع معتقداته الشخصية، فأوجد بذلك فلسفة جديدة هى الأفلاطونية الحديثة. وقُدِّرَ لأرسطو (٣٨٤-٣٢٢ ق.م.) تلميذ أفلاطون أن يترك تأثيرًا على العلم أعمق من تأثير أستاذه. وتعايشت أعمال أرسطو مع مشاكل النسخ والترجمة وإعادة التفسير أفضل من أعمال أفلاطون. وكان للمفكرين العرب وعلماء العصور الوسطى ولاهوتييه تواصل أفضل مع أرسطو ووجدوا أفكاره تناسب تحيزاتهم أو من الممكن تحويرها فى ذلك الاتجاه. وأعيد اكتشاف أعمال أفلاطون فى أوروبا فى عصر النهضة، عندما تأثر بالأفلاطونية والأفلاطونية الحديثة كثير من المفكرين مثل يوهان كبلر (Johannes Kepler) (١٥٧١-١٦٣٠) وإسحق نيوتن (١٦٤٢-١٧٢٧) وغيرهم. وفى القرن السابع عشر بلغ من تأثر الكثير من علماء جامعة كيمبريدج بأفكار أفلاطون أنهم صاروا يسمون أفلاطونيو كيمبريدج.

كتب أفلاطون فى الفنون والموسيقى والشعر والدراما والرقص والمعمار والأخلاقيات والميتافيزيقا وعن الحكومة المثالية وطبيعة الحقيقة. وعاش حتى قارب الثمانين، واستمرت "الأكاديمية" التى أسسها فى أثينا حتى سنة ٥٢٩م. ولم يُدْلِ أفلاطون إلا بإسهامات قليلة فيما نسميه موضوعات علمية، ولكن أفكاره عن التعليم وما يشكل المعرفة ألهمت أتباعه كى يستكشفوا العالم بوسائل جديدة. وتركت تأكيداته على أهمية الرياضيات والفلسفة وإصراره على التعريف بالمصطلحات – عوضًا عن الوثوق بالحدس والتخمين – أثرًا عميقًا على كثير من المفكرين اللاحقين.

دافيد تلوك

إمبيدوكليس الأكراجاسى (Empedocles of Acragas) فيلسوف وشاعر وطبيب صقلى
(ح ٤٩٢- ح ٤٣٢ ق.م.)

يعتبر إمبيدوكليس، ولعل ذلك من قبيل الخطأ، واضع نظرية الأخلاط الأربعة للمادة التى هيمنت على الفكر الطبى الغربى حتى عصر النهضة.

حقائق حياة إمبيدوكليس غامضة. وقد ولد فى أكراجاس (وفيما بعد صارت تسمى أجريجنتوم، وهى أجريجنتو الحديثة)، على ساحل جزيرة صقلية الجنوبى، حوالى سنة ٤٩٢ ق.م. وبالرغم من أنه ولد لأسرة ثرية من الطبقة الأرستقراطية إلا أنه كان من دعاة المبادئ الديمقراطية وحرض على قلب نظام حكم الأقلية الاستبدادى فى أكراجاس الذى كان يعرف باسم "الألف". وعُرِض عليه العرش لكنه رفضه، مفضلاً أن يستمر فى دراسة الطبيعة والفلسفة. وأثناء سفره خارج الوطن نجح أعداؤه فى الداخل فى جمع تأييد لمنعه من العودة. فقضى بقية حياته فى المنفى، ومات فى البيلوبونيز حوالى سنة ٤٣٢ ق.م.

تأثر إمبيدوكليس تأثرًا كبيرًا ببارمينيدس الإلياوى (ولد ٥١٥ ق.م.). وسلم بصحة المقولة البارمينيدية الشهيرة بأن لا شىء يأتى من عدم وأن ما هو موجود لا يمكن أن يفنى. كما أكد أيضًا على إنكار بارمينيدس للخواء؛ لكنه على النقيض من بارمينيدس رفض الاستنتاجات المترتبة على ذلك بأن الحقيقة هى وحدة وأن الحركة مستحيلة. وترتب على تعديلات إمبيدوكليس للميتافيزيقيا والتحليلات البارمينيدية، بإدخال آراء وملاحظات سابقة، نشأة نظرية الأخلاط الأربعة التى أصبحت الآن شهيرة.

كان إمبيدوكليس يؤكد دائمًا على وجود تعددية فى العناصر الأولية (archai). وهى مواد كان المفهوم أنها لم تُخلق وغير قابلة للتدمير كما أنها متجانسة ولا يمكن تغيير خواصها. ولما كانت المادة تبدو فى أربعة أشكال: البخار (الغازات) والسوائل

والجوامد والنار (المرتبطة بالمادة الأثيرية) فقد رأى إمبيدوكليس أنه من المناسب أن تكون العناصر أربعة. وكان طاليس (ح ٦٢٥- ح ٥٤٧ ق.م.) قد قال فى السابق إن كل الأشياء مكونة من الماء، وقال أناكسيمينيس (اشتهر ٥٤٥ ق.م.) إنه الهواء، بينما قرر هيراكليتيس (اشتهر ٥٠٠ ق.م.) أنه النار. وأضاف إمبيدوكليس التراب إلى تلك المواد. واعتبرها جميعًا "جذر" كل الأشياء. وبناء على ذلك، قرر أن صفات المواد المختلفة تحددها نِسب امتزاج العناصر الأربعة.

وأتاح هذا التعدد لإمبيدوكليس أن يفسر الحركة دون أن يفترض وجود خواء. وكان يُعَلِّم أن العناصر تحل محل بعضها البعض باستمرار، مثلما ينزلق شىء إلى المكان الذى يشغله الشىء الذى قبله مباشرة. ومثل تلك الحركة لا تحتاج لوجود خواء.

كل مظاهر التغير، بما فيها التولد والفساد والحركة المحلية، تحدث نتيجة لامتزاج الأخلاط الأربعة وفك امتزاجها ثم إعادة المزج من جديد. غير أنه لما كانت الأخلاط الأربعة سلبية فقد اعتقد إمبيدوكليس أنها لا تستطيع التفاعل إلا تحت تأثير الحب والشقاق، الحب لأنه قوة التكتل (الانجذاب) والشقاق لأنه قوة الانفصال (التنافر). ولما كانت تلك القوى هى ذات القوى التى تملأ قلب الإنسان فقد قرر إمبيدوكليس أن الحب والشقاق يعملان متزامنين وإن كانا فى اتجاهات معاكسة.

وكان الكون الذى ابتكره إمبيدوكليس دوريًا:

(١) تحت تأثير الحب، تتحد الأخلاط الأربعة فى مجال متناسق؛

(٢) ومع التصاعد التدريجى للشقاق، تبدأ عملية من التفريق فى الحدوث؛

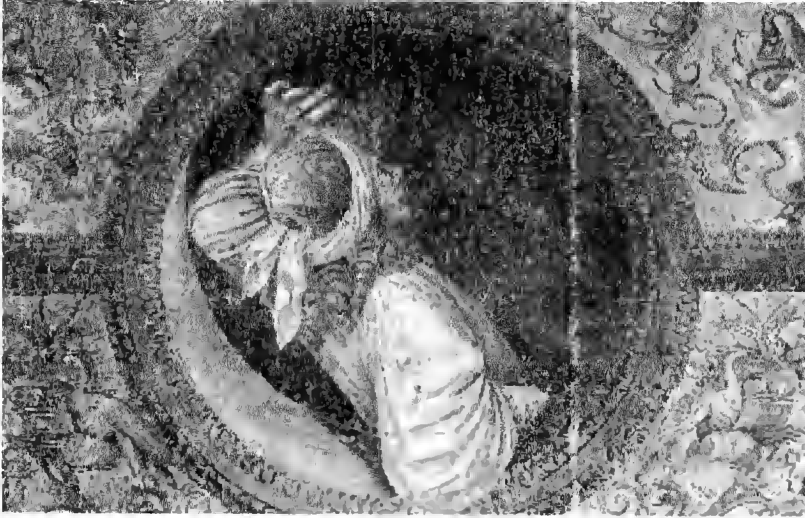
(٣) وفى نهاية الأمر، تنفصل العناصر الأولية تمامًا عن بعضها البعض نتيجة لتناقص تأثير الحب؛ وكذلك

(٤) فى الوقت الذى يذوى فيه تأثير الشقاق ويزداد الحب، تبدأ فترة من الدمج التصاعدى. ومن المفترض أن الكون، كما نعهده، لا يوجد إلا فى المراحل (٢) و(٤).

ارتبطت الصورة التى ابتكرها إمبيدوكليس للكون بوصفه كرة بللورية تشمل الأرض مع المجال المتجانس لدورته الكونية، وكانت النجوم الثابتة والكواكب جيوبًا من النار وتشكل جزءًا لا يتجزأ من هذا المجال الدوار. ومن المشكوك فيه أنه كان يعتبر الأرض نفسها كرة. كما أنه فسر الكسوف الشمسى تفسيرًا صحيحًا.

واهتم إمبيدوكليس أيضًا بعلوم الحيوان والنبات. وطبق إمبيدوكليس مبادئه الخاصة بمزج الأخلاط على نشأة الحياة، وكأنما كان يستشهد بعوامل الصدفة والانتقاء الطبيعى. فقد وصف الحياة المبكرة وكيف أن أفضل المتكيفين مع بيئتهم تمكنوا من البقاء على قيد الحياة والتكاثر. وبخلاف نظرية التطور الداروينية التى ظهرت لاحقًا، كانت آليات التطور عند إمبيدوكليس تتوقف عندما تبرز أهمية الوراثة.

ستيفن د. نورتون



إمبيدوكليس

أناكساجوراس الكلازوميني (Anaxagoras of Clazomenae) فيلسوف وفلكي إغريقي
(ح ٥٠٠–ح ٤٢٨ ق.م.)

أول فيلسوف محترف يقوم بالتدريس في أثينا، وأدخل التأملات المادية الإيونية إلى أرض بلاد اليونان. وقد وصف وصفًا صحيحًا أوجه القمر المختلفة وكسوفات الشمس وخسوفات القمر. كما كان أيضًا أول من ميز بوضوح بين العقل والمادة.

وطبقًا لأكثر المراجع عن حياته رجوعًا إليها، ولد أناكساجوراس في كلازوميني حوالي سنة ٥٠٠ ق.م. وهي مستوطنة يونانية في آسيا الصغرى تبعد ١٢١ كيلومترًا إلى الشمال من مليتوس مسقط رأس طاليس (ح ٦٢٥–٥٤٧ ق.م.) وأناكسيماندر (ح ٦١٠– ح ٥٤٦ ق.م.). وقد ولد أناكساجوراس لأسرة ثرية، وتفرغ لدراسة الفلسفة الطبيعية. وفي سنة ٤٨٠ أو ٤٥٦ ق.م. استقر في أثينا وأسس مدرسة فيها. وكان عضوًا في دائرة من المتنورين والمتشككين تجمعت حول بركليس (Pericles) (مات ٤٢٩ ق.م.). وفيما بعد حوكم بتهمة عدم التقوى بواسطة أعداء بركليس ونُفِي إلى لامبساكوس (Lampsacus) على شاطئ الهلسبونت. وهناك، أنشأ مدرسة أخرى قبيل وفاته بوقت قصير.

تقبل أناكساجوراس المقولة البارمينيدية الشهيرة بأن لا شيء يُخلق من العدم ولا شيء يفنى. غير أنه، على النقيض من بارمينيدس (Parmenides) (ولد ح ٥١٥ ق.م.) رفض فكرة أن الحقيقة وحدة واحدة وأن الحركة مستحيلة. أكد أناكساجوراس على حقيقة تعدد الأشكال والتغير الذي نشاهده على أنفسنا وحاول توفيق ذلك مع المنطق البارمينيدي. وفي سبيل تحقيق هذا الهدف افترض تعدد العناصر الأولية. وكان عددها لانهائيًا ولا يمكن خلقها أو تدميرها.

قـرر إمـبيـدوكـليس (Empedocles) (ح ٤٩٢– ح ٤٣٢ ق.م.) أن خـواص المواد المختلفة يحددها الخليط النسبى لعناصر أولية أربعة: التراب والهواء والماء والنار. وبهذا يكون كأس ذهبى مكونًا من العناصر الأربعة المخلوطة بنسب مناسبة. واستثنى أناكساجوراس ذلك المثال لأنه بدا أنه يناقض المنطق البارمينيدى؛ فهذا، بالذات، يحتاج شيئًا يُخلق، هو الذهب فى هذه الحالة. وكبديل، وضع أناكساجوراس مبدأه عن "المادة الموحدة" (homoemereity)، الذى ينص على أن كل الأجسام الملموسة أو المواد الطبيعية مكونة من عدد لانهائى من أجزاء متناهية الصغر وقابلة للانقسام إلى ما لا نهاية. ويضاف إلى ذلك أن كل جزء يحتفظ بخواصه المميزة عند انقسامه. وبذلك فإنه، على النقيض من إمبيدوكليس، قرر أن الكأس الذهبية مكونة من أجزاء أصغر، كل منها مصنوع من الذهب فقط ولا شىء آخر.

تعارض تفسير مبدأ "المادة الموحدة" بصورة مرضية مع قول أناكساجوراس بأن "ثمة جزءًا من كل شىء فى كل شىء"؛ لأن معنى ذلك أن كل جزء من الكأس الذهبية يحوى مزيجًا من كل شىء آخر، بما فى ذلك اللحم والخشب والنبيذ وغير ذلك. فهذا يتناقض، من ظاهر المعنى، مع ادعائه بأن أجزاء الكأس مكونة من الذهب فحسب، وقُدمت اقتراحات شتى لحل ذلك الخلاف. وكان من بين الحلول اقتراح بأن أناكساجوراس لم يكن يعنى أكثر من أن الذهب له وجود غالب فى كل جزء. ونشأ اعتراض ضد هذا التفسير بأنه فى مرحلة ما أثناء عملية الانقسام سوف تتكون أجزاء لا يشكل الذهب غالبيتها. غير أنه إذا لم يطبق مبدأ "المادة الموحدة" إلا على المكون الغالب، فإنه من الممكن تجنب التناقض. ولعل ذلك ما كان يرمى إليه أناكساجوراس.

كان أناكساجوراس يُعَلِّم أن "العقل" (noûs) يحكم العالم ويفرض فيه النظام، وكان يؤكد أن الكون قد نشأ كمزيج متجانس لا حراك به لا يتحكم فيه "العقل" إلا بواسطة خلق دوامة، وبالتدريج ترتب على ذلك أن تركزت المادة الكثيفة الباردة والرطبة فى مركز المزيج وكونت أرضًا على شكل قرص، وطفت على السطح المادة الجافة الحارة المخلخلة ودعمت الأرض. وانفصلت الشمس والقمر والكواكب من الأرض بتأثير الحركة المستمرة للدوامة واشتعلت بالاحتكاك، ومن المفهوم فى هذا الكون أن "العقل" منفصل عن كل ما يتحرك، وبهذا وضع أناكساجوراس تمييزًا واضحًا بين العقل والمادة.

ستيفن د. نورتون (STEPHEN D. NORTON)



أناكساجوراس الكلازوميني جالسًا إلى اليمين ويستمع إلى بركليس

أناكسيماندر المليطي (Anaximander of Miletus) فيلسوف يوناني
(ح ٦١٠- ح ٥٤٧ ق.م.)

اشتهر أناكسيماندر بإدخاله مفهوم "الأبيرون" (apeiron) أو "غير المحدودة"، وهو أول استخدام لشيء لا يمكن ملاحظته لتفسير الظواهر التجريبية. كما ابتدع أيضًا أول نموذج هندسي للكون، ورسم أول خريطة إغريقية للعالم المأهول، وأنتج أول خريطة إغريقية للنجوم والكرة السماوية، وطوع المزولة (الساعة الشمسية) ذات العقارب لكي تقيس ساعات اليوم والتغيرات السنوية لمسار الشمس. ويُعتَقَدُ أن كتابه "حول طبيعة الأشياء"، الذي ضاع الآن، هو أول مقالة علمية.

ولد أناكسيماندر حوالي سنة ٦١٠ ق.م. في مليتوس، التي كانت وقتئذ أقوى مدينة يونانية في آسيا الصغرى. ولا يعرف عن حياته إلا النزر اليسير. وتقول الروايات إنه كان صديقًا صغير السن لطاليس (ح ٦٢٤- ح ٥٤٦ ق.م.)، ولعله كان تلميذه. وبصرف النظر عن ذلك، من الواضح أن أناكسيماندر قد تأثر بطاليس. والتفاصيل الأخرى الوحيدة المعروفة عن حياته هي أنه أنشأ مستعمرة مليطية في أبولونيا على البحر الأسود.

كان طاليس أول مفكر يصف العالم بتعبيرات تعبر عن تحورات الطبيعة ذاتها. وكان يُعلِّم أن الفوضى الظاهرية للكون تخفي بين طياتها استمرارية متجذرة في المادة التي منها يتكون العالم. وكان يؤمن بأن تلك المادة الأولية، أو المادة الأصلية (arche)، هي الماء (hydor). ومما لاريب فيه أن طاليس تأثر بالأساطير، ولكن تصميمه على وضع ملاحظاته ومعتقداته في قالب عقلاني مَثَّل انفصالاً جذريًا مع الأنماط والفكر السابقين. كانت الروح النقدية والتأكيد على الأسباب الطبيعية هي السمة المميزة للأفكار المليطية المادية حول نشأة العالم.

اتفق أناكسيماندر مع طاليس في أن مادة واحدة تكمن وراء التعددية والفوضى الظاهرية للكون لكنه اعترض على اختياره للماء. فطبقًا لأناكسيماندر، يتكون الكون من

تجمع لأضداد متصارعة. وثمة مجموعتان من الأضداد فى حالة من الصراع الدائم: (١) السخونة والبرودة، و(٢) الرطوبة والجفاف. وكشفت له ملاحظاته أنه عندما يكون هناك إفراط فى عنصر ما، فإنه يميل إلى استهلاك نقيضه. وبهذا، فإن عنصراً بعينه، مثل الماء (رطب)، لا يمكن أن يكون المادة الأصلية لكل الأشياء لأنها لابد لها فى الأصل من أن تتواجد بكميات تكفى لنشأة العالم. وفى هذه الحالة، ستكون لها سيطرة دائمة على نقيضها المحتمل (الجفاف)، وبهذا تمنعه من الوجود أصلاً.

ولكى يتمكن أناكسيماندر من تعليل نشأة الكون وطبيعته، وضع فرضية للمادة الأصلية ككتلة غير محددة المعالم واسعة الانتشار أطلق عليها اسم "أبيرون" (apeiron) أو "غير المحدودة". وكان يعتبر أن "أبيرون" غير محدودة مكانياً ومؤقتة وبدون أية خصائص مميزة داخلية. وكانت النظرة إلى الأضداد الأولية أنها إمكانات للأبيرون نشأت بسبب حركاتها الداخلية. وعلى الرغم من أن الأبيرون قابلة للملاحظة وتتجاوز، بكل الطرق، كل عمليات هذا العالم، إلا أنها تحيط بكل الظواهر الطبيعية وتتحكم فيها. وبتقديمه للأبيرون أصبح أناكسيماندر أول من يحاول وضع تفاسير للأشياء الملموسة باستخدام ما هو غير محسوس.

فى كتابه "حول طبيعة الأشياء" يصف أناكسيماندر الكون بأنه كروى الشكل تحتل الأرض فيه مكاناً ثابتاً هو المركز. وقرر أنه ما من سبب يجعل الأرض تتجه فى اتجاه معين لأنها تقع على مسافات متساوية من كل النقاط الواقعة على محيط الكرة السماوية. وكانت هذه الحجة الجدلية المبنية على التماثل أول رفض لفكرة أن الأرض تستند على دعامة مادية.

ابتدع أناكسيماندر أول نظرية كواكبية آلية، صورت الأجرام السماوية على أنها عجلات مليئة بالنار تدور حول الأرض. كما أدرك أيضاً أن سطح الأرض لا بد أن يكون مقوساً لكى يجد تفسيراً للمواقع المتغيرة للنجوم. وبهذا، فقد تصور الأرض كأسطوانة محدبة يبلغ ارتفاعها ثلث عرضها.

ستيفن د. نورتون

أونوبيدس (Oenopides) فيلسوف يونانى
(٤٩٠؟- ٤٢٠؟ ق.م.)

هو واحد من فلاسفة الطبيعة الإغريق العديدين الذين أفادوا من ازدهار الحضارة الذى واكب حكم بركليس. ولعل أكثر ما اشتهر به أونوبيدس هى إسهاماته فى الفلك الرياضياتى. ومن بين منجزاته تحديد زاوية محور الأرض بالنسبة لمستوى دائرة الكسوف [أو مسار الشمس الظاهر]، والتحديد الدقيق لطول الشهر القمرى، وحساب طول "السنة الكبيرة" التى فى أثنائها تعود الشمس والقمر والكواكب إلى نفس المواقع النسبية فى السماء.

لا يكاد يعرف عن حياة أونوبيدس المبكرة شىء يذكر سوى أنه ولد فى جزيرة كيوس. ولعله زار أثينا فى وقت من الأوقات، ولكن حتى ذلك ليس مؤكداً. غير أن المعلومات الخاصة بمنجزاته العلمية أكثر تأكيداً.

ولعل أشهر مساهمات أونوبيدس فى العلم هى تقديره للزاوية التى يميل بها محور الأرض بالمقارنة مع مستوى النظام الشمسى الذى يُطلَق عليه أيضًا مستوى دائرة الكسوف. والنظر المجرد إلى السماء ليلاً لا يتيح فرصة إدراك أن كل الكواكب تدور حول الشمس فى مستوى واحد مشترك. غير أن تلك هى الحقيقة، وهذا المستوى هو نفسه تقريبًا مستوى خط الاستواء للشمس، إن تخيلناه وقد امتد فى الفضاء. ولقرون عديدة تتبع الفلكيون الأوائل مواقع الكواكب فى السماء، ولاحظوا أن الكواكب دائمًا أبدًا تظهر فى مساحة من السماء ضيقة نسبيًا. وهذه المساحة تحوى كل أبراج دائرة البروج، وفى الحقيقة أُعطيت تلك الأبراج أسماء خاصة لأنها الوحيدة التى تظهر فيها الكواكب.

وبالتأمل فى السماء (أو فى خريطة للنجوم) يستطيع المرء أن يرى أن تلك الأبراج تشكل قوسًا عبر السماء. وكما ذُكر من قبل، حدد الفلكيون فى زمن مبكر أن الكواكب لا تظهر إلا على هذا القوس. ولم يحدث إلا بعد أن جاء أونوبيدس أن فُهمت أهمية هذا

القوس. فالقوس يبين المستوى الذى يقتصر عليه وجود الكواكب، وارتفاعها فى السماء يبين درجة ميل ذلك المستوى بالنسبة للأرض. وفى الحقيقة، حدد أونوبيدس أن هذه الزاوية تبلغ حوالى ٢٤ درجة، أى أكثر قليلاً من القيمة المقبولة حاليًا وهى ٢٣,٥ درجة.

وثمة ارتباط من نوع ما بين إسهامين من إسهامات أونوبيدس للعلم، وهما تحديد الطول الدقيق للشهر القمرى وطول "السنة الكبيرة". وما زال الجدل سائدًا حول ما إذا كان أونوبيدس يشير بسنته الكبيرة إلى الزمن الذى تستغرقه كل الأجرام السماوية لكى تعود إلى نفس مواقعها النسبية، أم أن أرصاده كانت مقتصرة على الشمس والقمر والكواكب الداخلية. وعلى أية حال، نجح أونوبيدس فى إثبات أن "السنة الكبيرة" تستغرق ٥٩ سنة، وأن الشهر القمرى يبلغ طوله ٢٩,٥٣٠١٣يومًا (مقارنة بالرقم الحالى ٢٩,٥٣٠٥٩ يومًا). وفيما يتعلق بما كان أونوبيدس يعنيه بالسنة الكبيرة، فمن المؤكد أنها كانت تشمل حركات الشمس والقمر والزهرة وعطارد. كما أن المريخ والمشترى يعودان أيضًا إلى ما يقرب من نفس مواضعها، مع استثناء زحل الذى يعود لموقع مختلف وإن كان الاختلاف لا يتجاوز بضع درجات. وعلى الرغم من أن الكواكب كلها تعود إلى نفس مواقعها بعد ٥٩ سنة، إلا أنها لا تعود إلى نفس الموقع الدقيق فى دائرة البروج، مما يرجح أن أونوبيدس لم يكن يقصد أن يرسم خريطة لحركاتها. وعلى أية حال، فإن حساباته لطول الشهر القمرى والسنة الكبيرة دقيقة بدرجة مبهرة.

وتكمن أهمية أونوبيدس أيضًا فى تحديده للقواعد التى كان الإغريق يطبقونها فى بعض المسائل الرياضياتية، وبخاصة تلك التى تشمل الرسم بالمسطرة والفرجار. كما عُرف عنه أيضًا أنه اعتنق فكرة أن الأرض كائن حى، الرب هو روحها. مات أونوبيدس حوالى سنة ٤٢٠ ق.م.، وجاء ذكره فيما بعد فى بعض أعمال أفلاطون (٤٢٧؟- ٣٤٧؟ ق.م.) وغيره من الفلاسفة.

ب. أندرو كرم

إيزيدور الإشبيلي، سانت (Saint Isidore of Seville) موسوعي إسباني روماني (٥٦٠-٦٣٦)

كما يوحي عنوان كتابه "علم أصول الكلام" (Etymologies)، كان إيزيدور الإشبيلي يعتزم أن يكون عمله الضخم استكشافًا لأصول الكلمات. غير أن ما نتج كان مزيجًا من شيء أقل وشيء أكثر مما انتوى. فمن ناحية، كان للكتاب نواحيه الغريبة، وبخاصة عندما اضطر المؤلف، بسبب التزامه القاسي بهدفه الأصلي، إلى أن يتجاوز عن المصداقية. وعلى صعيد آخر، شمل "علم أصول الكلام" موسوعة لكل ما كان معروفًا آنذاك خاصًا بالعلم والتكنولوجيا، ويقدم رؤية شاملة لأفكار تتناول التعليم واللاهوت وغير ذلك من موضوعات في أخريات العصر القديم، أو بالأدق، بواكير العصور الوسطى.

كانت أسرة إيزيدور من سكان إسبانيا الأصليين الذين نشأوا وفقًا للتعاليم الرومانية، ولكن الإمبراطورية الرومانية الغربية كانت قد سقطت منذ زمن بعيد، وصارت إسبانيا تابعة للقوط الغربيين لما يزيد على قرن عندما ولد. خدم والده حكام القوط الغربيين، وبعد وفاته، ذهب إيزيدور، وكان ما زال طفلاً، ليعيش مع أخيه الأكبر لياندر.

وفيما بعد أصبح لياندر أسقف إشبيلية، وفي حوالي ٥٩٩ حل إيزيدور محله في ذلك المنصب، وكان على مشارف الأربعين من عمره. وفي أثناء ذلك تحول القوط الغربيون من الهرطقة الأريوسية إلى الكاثوليكية، التي كانت منذ زمن طويل عقيدة الإسبان الرومان من أمثال إيزيدور. ووضعه ذلك في وضع قوي متفرد للدعوة للاتحاد، وتقديم زعامة روحانية فكرية. واغتنم إيزيدور هذه الفرصة وشرع في تثقيف رعيته بسلسلة من الأعمال تتناول اللاهوت والطقوس والأمور الدينية المختلف عليها. غير أن أهم ما خرج به إيزيدور في تلك الفترة كان استعراضه لكل ما كان معروفًا في العالم الغربي وقتئذ وهو كتاب "علم أصول الكلام".

استغرق الكتاب من إيزيدور الفترة من ٦٢٢ إلى ٦٣٣، أى قبل ثلاث سنوات من وفاته، ويتكون الكتاب من عشرين كتابًا. وتتناول الكتب الثلاثة الأولى الموضوعات السبعة التى وُرثت من النظام التعليمى الرومانى، وهى الفنون الثلاثة (trivium) (النحو والخطابة والمنطق) والفنون الأربعة (quadrivium) (الحساب والهندسة والفلك والموسيقى). ويتناول الكتاب الرابع الطب، والخامس تاريخ العالم منذ بدء الخليقة حتى سنة ٦٢٧م. وتتضمن الكتب الثلاثة التالية موضوعات لاهوتية: النصوص المقدسة والمناصب الكنسية (الكتاب السادس)؛ والرب والملائكة وأعضاء الكنيسة (الكتاب السابع)؛ والكنيسة ومعارضوها من الهراطقة (الكتاب الثامن).

وبدءًا من الكتاب التاسع تحول إيزيدور إلى موضوعات الجغرافيا السياسية (الجيوبوليتيكا)،[1] وتشمل اللغة والدول والشعوب. والكتاب العاشر عبارة عن قاموس، ويناقش الكتاب الحادى عشر الجنس البشرى. وتتناول الكتب الثلاثة التالية موضوعات علمية: علم الحيوان (١٢)؛ والكوزموجرافيا (الجغرافيا الكونية)[2] وهو مناقشة عامة للعالم والكون (١٣)؛ والجغرافيا (١٤). وبعد كتاب عن الآثار ووسائل الاتصالات (١٥)، يعود النص إلى موضوعات ذات اهتمام مباشر للعلماء، منها البتروجرافيا[3] وعلم المعادن (١٦)، والزراعة والبساتين (١٧). أما باقى الكتاب فيتناول موضوعات أقرب إلى العلم: الفنون العسكرية والرياضة (١٨)؛ والسفن والإسكان والملابس (١٩)؛ وأخيرًا الطعام والزراعة، وما صار يُطلق عليه فى عصر لاحق الاقتصاد المنزلى.

---

(١) الجغرافيا السياسية (geopolitics) علم الجغرافيا السياسية أو الطبيعية: دراسة الظواهر الجغرافية والاقتصادية والبشرية من حيث كثافة السكان وتوزيعهم... إلخ بوصفها عوامل مؤثرة فى السياسة الخارجية للدولة. (المترجم).

(٢) الكوزموجرافيا (cosmography) : علم يبحث فى مظهر الكون وتركيبه العام، ويشمل علوم الفلك والجغرافيا والجيولوجيا. (المترجم).

(٣) البتروجرافيا (petrography): علم وصف الصخور وتصنيفها. (المترجم).

وقد يُصدم القارئ الحديث بهذا المنهج التنظيمى بوصفه غريبًا. وإيزيدور على ما يبدو قد تجول من موضوع لموضوع، وجمع سويًا موضوعات لا تبدو بينها رابطة مباشرة. ومن بين أسباب ذلك: الاختلاف بين عقلية زمانه والعصر الحاضر، ولكنها تعود أيضًا إلى افتراض إيزيدور أن اسم أى موضوع هو مفتاح فهمه. ولهذا انتهج نهجًا رسميًا يحكمه الانشغال بالأفكار وليس بصلب المواضيع.

ومن الطبيعى أن وجهة النظر تلك تؤدى إلى كثير من الروابط المصطنعة أو المتكلفة، وضاعف من ذلك محاولات إيزيدور التوفيق بين الإنجيل مع الفلسفة والعلوم التقليدية. وبهذا طابق بين سفر التكوين وعلم الفيزياء، وهى مثال مبكر على محاولات التعامل مع الإنجيل بوصفه كتاب علم وليس عملاً لاهوتيًا شاعريًا وتاريخيًا.

غير أنه فى أجزاء أخرى من كتابه كشف إيزيدور عن استعداده لفصل التوجهات العلمية عن التوجهات الدينية. ولهذا قدم فى دراسته الكوزموجرافية (الكتاب ١٣) النظرية الذرية لإبيكوروس (٣٤١-٢٧٠ ق.م.) وخلفائه. وهى فكرة كان قد هاجمها فى كتابه الأقدم عن الكنيسة (٨)، مؤكدًا على أن النظرية الذرية تتناقض مع فكرة خالق واحد، لكنه فى الفقرة العلمية لم يكرر هذا الهجوم، وبدلاً من ذلك قدم النظرية الذرية بوصفها نظرية قابلة للتطبيق.

يمثل كتاب "علم أصول الكلام" ذروة حياة كاملة من القراءة من جانب شخصية جد مثقفة، ربما أكثر شخص مثقف فى زمانه. وكونه يصدم القارئ الحديث بوصفه مفككًا وثقيلاً هو أمر يعكس العصر أكثر مما يعكس روح المؤلف، بقدر ما كان ممكنًا تقبله ككتاب مفهوم فى العالم الغربى فى القرن السابع، وقد حقق إيزيدور ذلك، وبقى كتابه ذا تأثير عميق لعدة قرون بعد وفاته.

جدسون نايت

بارمينيدس (Parmenides) فيلسوف يونانى
(ولد ؟٥١٥ ق.م.)

فى شذرات نص شعرى أوجز بارمينيدس ما أطلق عليه "السبيل إلى الحقيقة" - بمعنى طريق الحكمة، التى تخترق الطبيعة غير المتغيرة للكائن الحقيقى - و"السبيل إلى الرأى" أى طريق الحواس. ولا تمثل هذه الحكاية الرمزية واحدة من أوائل المحاولات فى المحادثات الفلسفية فحسب، وإنما كانت لها مضامين عديدة (غالبيتها غير مقصودة) فى تطوير الفكر العلمى.

ولد بارمينيدس فى إليا بجنوب إيطاليا، ولعله سافر إلى أثينا حوالى سنة ٤٥٠ ق.م.؛ أو على الأقل هذا هو ما قرره أفلاطون (؟٤٢٧-٣٤٧ ق.م.) فى كتابه "ثياتيتوس" نقلاً عن سقراط (؟٤٧٠-٣٩٩ ق.م.). وباستثناء ذلك، لا شىء غيره معروف عن حياته إلا أقل القليل، ولكن من جهة فلسفاته - إضافة إلى أنه جاء من منطقة كان يسودها الفكر الفيثاغورى - يبدو أنه كان متأثراً أيما تأثر بأفكار فيثاغورس (؟٥٨٠-٥٠٠ ق.م.) ومدرسته.

ويمكن العثور على ما تبقى من فكر بارمينيدس فى قصيدتين، "السبيل إلى الحقيقة" و"السبيل إلى الرأى". وقد ضاع أغلب القصيدة الأخيرة، ولكن جانباً كبيراً من القصيدة الأولى لا يزال موجوداً، بما فى ذلك المقدمة المثيرة التى يصف فيها بارمينيدس رحلة "على طريق التصوف / الذى يتنقل بالإنسان الذى يملك المعرفة خلال مدن البشر". فبعد أن يدخل المعقل الأثيرى غير المادى للحقيقة من خلال "البوابات المؤدية إلى طرق الليل والنهار"، تقابله بالترحاب إلهة لا اسم لها وتقول له: "لم يرسلك إلى هذا الطريق قدر شرير / (رغم أنها تقع بعيداً عن طرق ترحال البشر) / ولكنها الإرادة الإلهية والعدل. / من المناسب أنك سوف تتعلم كل شىء، / سواء القلب الدائم للحقيقة المحيطة / وكذلك أفكار الفانين حيث لا يوجد معتقد حقيقى ...".

وتلى ذلك مناقشة لما يقدمه بارمينيدس عن الطبيعة الحقيقية للكائنات: أزلية وساكنة بدون حراك ولا تتغير. وطبقًا لبارمينيدس لا يمكن "للاكائنات" أن توجد، مما يفضى إلى رفض المبدأ الذى وضعه هيراكليتوس (؟٥٤٠-؟٤٨٠ ق.م.) أن الكائنات واللاكائنات يمكن أن يوجدا متزامنين فى نفس الوقت.

وللتأكيد على أن التغيير مستحيل يتعين تفنيد صحة الانطباعات الحسية، وهو الشىء الذى ينشده بارمينيدس فى "السبيل إلى الرأي". وبالنسبة لبارمينيدس، تكمن الأهداف المادية للإدراك (رغم رفضه البديهى لهذه الكلمة بالذات) فى العقل والفطنة، وهو موقف يساهم فى تفسير موقفه اللاحق باستغاثته بأفلاطون.

ومن المثير للسخرية أن الرجل الذى تجشم كل ذلك العناء لكى ينكر وجود العالم المادى كان فى حقيقة أمره مهتمًا بعدد من العلوم، وعلى الأخص الفلك وعلم الأحياء (البيولوجيا). ويحتوى العمل الذى بقى لبارمينيدس على وصف مفصل للظواهر المادية، وهى حقيقة طالما حيرت العلماء لزمن طويل، واقترح بعضهم أنه كان فى الحقيقة يحاول تلخيص أنواع الفكر السائدة، أو يحاول الوصول إلى "السبيل إلى الرأى".

غير أنه ذهب بعيدًا فى سبيل أن يطور شيئًا يصل إلى نمط من علوم الكونيات، رغم أن شذرات كتابات بارمينيدس أندر من أن تُستَخلص منها استنتاجات تتعلق بمخططها الشامل. ولكن ثمة ما يكفى مما بقى لكى نتوصل إلى استنتاج أن بارمينيدس كان راصدًا فلكيًا متميزًا وقادرًا على التعقيب ببصيرة على الأمور. ومن اللافت للنظر أيضًا، فيما يتعلق بترسيخه لحجر زاوية أخرى فى سبيل فهم الأقدمين للمادة، نظريته بأن كل المادة المادية (وهى شىء ينكر هو وجوده!) مكونة من النار والظلام، وهما عنصران متناقضان ويظهران بدرجات متفاوتة فى كل أنماط الحياة.

غير أن أشد تأثير تركه بارمينيدس على الفكر على الإطلاق يكمن فى الجمع بين المنطق والصوفية الذى يوجد بين ثنايا مبادئه الفلسفية. فهنا نجد أول تطبيق صارم لمناهج المنطق الذى قننه أرسطو (٣٨٤-٣٢٢ ق.م.) فيما بعد، وفى الحقيقة كان بارمينيدس أول من اقترح شيئًا مثل قانون الوسط المستبعد: بمعنى شىء لا يمكن أن يكون "أ" و"لا سالب أ" فى نفس الوقت.

وفى محاولته التى تبدو صوفية بعض الشىء لإثبات أن التغير ليس له وجود، يبدو أن بارمينيدس، وبدون أن يقصد، قد فتح مسالك جديدة فى البحث العلمى. فحتى ذلك الوقت، كان ممارسو الفرع الجديد من المعرفة المسمى الفلسفة - وكان طاليس (٦٢٥؟-٥٤٧؟ ق.م.) أول فيلسوف بالمفهوم الغربى للتناول النقدى للتجريد - قد أكدوا على أن الكون بأكمله يتكون من مادة واحدة. قال طاليس إنها الماء، وقال هيراكليتوس إنها النار. وكان بارمينيدس قد تقبل ببساطة فكرة مادة واحدة وحيدة لأنها تتفق مع إيمانه باستحالة التغير؛ لأنه إن كل شىء من مادة واحدة، فإن التغير فى الحقيقة لا يحدث. وبهذا، فلكى يؤكد العلماء على إمكانية التغير، كما أجمع كافة العلماء أو كادوا، أصبح من الضرورى أن ننظر إلى العالم بوصفه مكونًا من مواد متعددة وعناصر مختلفة.

وفى نهاية المطاف، ترك بارمينيدس أثرًا من خلال تلميذه زينو، الذى بحثت مفارقاته الشهيرة فى طبيعة الفراغ والحركة وديمومة الحقيقة. وعلى غرار أستاذه، تعثرت أقدام زينو فى النهاية فى مجموعة من الأسئلة أكبر من الإجابات التى كان فى الأصل مستعدًا لأن يقدمها.

جدسون نايت

براهماجوبتا فلكى ورياضياتى هندى

(؟٥٩٨- ؟٦٦٥م)

أكثر ما اشتهر به براهماجوبتا الفلكى والرياضياتى الهندى هو أعماله التى أنتجها أثناء عمله كرئيس لمرصد أوجايين (Ujjain) الفلكى، الذى كان واحداً من أبرز مراكز البحوث الفلكية والرياضياتية فى الهند القديمة. وفى أثناء عمله هناك طور عدداً من المفاهيم الرياضياتية المهمة، وبحث فى حركة الكواكب والأجرام السماوية الأخرى، وتوصل إلى تقديرات مقبولة لطول السنة الأرضية. وكان أهم منجزاته إدخال العدد صفر فى الرياضيات ورائعته الفنية "افتتاح الكون" Brahma Sphuta Siddhanta، التى وضع بها العديد من مكتشفاته الرياضياتية والفلكية فى قالب شعرى.

ويحتمل أن يكون براهماجوبتا قد ولد فى شمال غرب الهند، وأمضى جل حياته فيما يعرف اليوم بمدينة بهينمال فى مقاطعة راجاستان الهندية. ولا يعرف عن حياته المبكرة إلا النزر اليسير.

وفى سن الثلاثين كان براهماجوبتا قد أكمل مراجعة تكاد تكون كاملة لعمل قديم فى الفلك هو "براهما سيدهانتا". وفى عمله هذا كرس عدة فصول للرياضيات منها أول معالجة رياضياتية للعدد صفر والقواعد الرياضياتية المتعلقة باستخدامه. كما كرس أيضاً أربعة فصول للرياضيات البحتة وعدداً من الفصول الإضافية فى الرياضيات التطبيقية. ومن بين الموضوعات التى تناولها (والكثير منها كان جديداً تمام الجدة فى العلم) كانت طرق حل معادلات الدرجة الثانية والمتواليات الحسابية والطرق الرياضياتية لتناول المشاكل الفلكية.

ولعل هذا الموضوع الأخير كان أهم إسهامات براهماجوبتا العلمية؛ لأنه كان أول من يحاول استخدام الطرق الرياضياتية (الجبر على وجه الخصوص) فى التنبؤ بالظواهر الفلكية مثل حركات الكواكب والكسوف الشمسى والخسوف القمرى وغيرها. وتمكن، بوجه خاص، من وصف الطريقة التى يمكن بها حساب شروق وغروب الكواكب

مقدماً، وكذلك مواقعها المتوقعة فى السماء. وهى أمور، رغم أنها تبدو سهلة اليوم، إلا أنها كانت تقدماً جوهرياً آنذاك، وشملت العديد من الحسابات المرهقة.

كما شارك براهماجوبتا أيضًا فى الجدل الدائر حول شكل الأرض والكون. واختلف مع المدرسة الفكرية التى كانت تؤكد أن الأرض مسطحة أو مقعرة (مثل باطن إناء). وعوضًا عن ذلك، كان يؤمن بأن كلاً من الأرض والكون مستديران. غير أنه كان متأكدًا أيضًا أن الأرض ثابتة فى الكون، وهو رأى ثبت الآن عدم صحته.

ومن بين منجزات براهماجوبتا المتأخرة حساباته لطول السنة الشمسية. ففى أعماله المبكرة قدر أنها تبلغ ٣٦٥ يومًا و٦ ساعات و٥ دقائق و١٩ ثانية. ثم عدل هذه الأرقام فصارت ٣٦٥ يومًا و٦ ساعات و١٢ دقيقة و٣٦ ثانية. غير أن البعض يشك فى أن الرقم الأخير مأخوذ من أعمال أريابهاتا (٤٧٦-؟٥٥٠م)، الذى لا يختلف عنه رقم براهماجوبتا إلا ببضع ثوان. وعلى أية حال، كلا الرقمين جد قريب من الرقم المقبول حاليًا وهو حوالى ٣٦٥ يومًا و٥ ساعات و٤٨ دقيقة، ويمثلان حسابات على درجة مذهلة من الدقة وبُنيا على معلومات تم التوصل إليها بأجهزة بدائية.

ولعل أعظم تحية للعبقرية الرياضياتية لبراهماجوبتا أن كتابه استُخدِم فى تعريف الرياضياتيين المسلمين بالمبادئ الأساسية للجبر، وهم الذين نُسِب إليهم اختراعه فيما بعد. وتطورت أعماله بحيث شكلت أساس ما صار اليوم يُدرَّس فى المدارس، ولابد من إعطاء الرياضياتيين المسلمين ما يستحقونه من ثناء لإضافتهم إسهاماتهم المبتكرة إلى أعمال براهماجوبتا، ولكن ذلك الثناء لا بد أن يشترك فيه براهماجوبتا معهم.

مات براهماجوبتا فيما بين ٦٦٠ و٦٧٠م. وعند وفاته كان قد تم الاعتراف به كأعظم رياضياتى فى عصره فى تاريخ الهند، وكواحد من أعظم الرياضياتيين الهنود. وينعكس ذلك فى الألقاب الشرفية التى منحه إياها زميل من العلماء وهى "جوهرة أوساط الرياضياتيين" (Ganita Chakra Chudamani).

ب. أندرو كرم (P. ANDREW KARAM)

بطليموس (Ptolemy) فلكى وجغرافى يونانى

(ح ١٠٠- ح ١٧٠)

عُرف بطليموس تاريخيًا من خلال كتاباته. وأقدم كتاباته وأشهرها هى مجموعة من ١٢ جزءًا اشتهرت باسم "المجسطى" (Almagest)، الذى ربما يكون قد كتبه حوالى سنة ١٥٠ م. وفى تلك الكتب حدد بدقة مواقع ما يزيد على ألف نجم، وحدد ما يعرف باسم "البروج التقليدية الثمانية وأربعين"، وشرح كيفية حساب خطوط الطول والعرض، وتنبأ بالكسوفات الشمسية والخسوفات القمرية. كما كان كثيرًا ما يستخدم أيضًا نماذج رياضياتية معقدة للمساعدة فى شرح تحركات الأجرام السماوية المختلفة. وتعود تلك التعقيدات جزئيًا إلى إيمانه بأن الأرض هى مركز الكون وأن كل النجوم والكواكب تدور حولها.

وعلى سبيل المثال، ابتكر بطليموس نظامًا لافتًا للنظر لشرح سبب أن الكواكب تبدو عادة، وإن لم يكن دائمًا، وكأنما تسير إلى الأمام فى مسارها عبر السماء فى الليل. وتحت تأثير الافتراض الخاطئ بأن الكواكب تدور حول الأرض، لجأ بطليموس إلى حركات الكواكب المعروفة باسم أفلاك التدوير لتعليل شذوذ المسار.

دامت فرضية بطليموس الخاصة بأفلاك التدوير لما يربو على ألف عام. غير أن الفلكيين، فى نهاية الأمر، أدركوا أن الكواكب تبدو وكأنها تسير القهقرى فقط عندما تشاهَد من الأرض. وتنتج هذه الصورة الخادعة بسبب أن الكواكب تدور حول الشمس فى مدارات مختلفة وبسرعات متباينة. فالأرض تتجاوز كوكبًا يسير فى مدار خارجى مثلما تتجاوز سيارة سباق سيارة أخرى تسير فى حارة خارجية. ويبدو واضحًا للمشاهدين الواقفين فى المقاصير المحيطة بحلبة السباق أن السيارتين تتحركان إلى الأمام فى مساراتها حول الحلبة. ولكن المنظر يختلف من السيارة التى تسير فى الحارة الداخلية. فإذا وضعنا آلة تصوير فيديو على رفرف السيارة، فسوف تسجل أن السيارة الخارجية تبدو كأنها تتباطأ مع اقتراب السيارة الداخلية. ومع وصول السيارة

الداخلية إلى السيارة الخارجية وتجاوزها إياها سوف يُظهِر الفيديو أن السيارة الخارجية تتوقف للحظة قبل أن تبدأ فى السير إلى الخلف. ومع تزايد المسافة بين السيارتين، سيسجل شريط الفيديو فى النهاية أن السيارة الخارجية تتوقف عن السير إلى الخلف وتبدأ فى التسارع إلى الأمام مرة أخرى. وعلى نفس الشاكلة، تبدو الكواكب الأخرى عند مشاهدتها من الأرض وهى تسير بسرعة ثابتة فى أغلب الوقت، ولكنها أحيانًا تبدو كأنها تتباطأ، ثم تتوقف، ثم تسير القهقرى، ثم تبدأ فى السير إلى الأمام فى مسار أمامى.

وعلى الرغم من أن الفكرة الأساسية بأن الأرض هى مركز الكون كانت خاطئة، إلا أن النماذج الرياضياتية المعقدة التى وضعها بطليموس كانت بالغة الدقة فى التنبؤ بحركات الأجرام السماوية كما تُشاهَد من هذا الكوكب.

كما كان بطليموس مهتمًا أيضًا بالتنجيم وتأثير أوضاع الكواكب على مجتمع البشر. وأصبح كتابه المكون من أربعة أجزاء عن الطالع والأبراج "أبوتلسماتيكا" (Apotelesmatica) المرجع الرئيسى لقراء الأبراج والطالع.

غير أن الأهم من وجهة نظر العلم، كان إسهام بطليموس فى الجغرافيا. فقد أورد فى كتابه المعنون "الجغرافيا" والمكون من ثمانية أجزاء، بيانًا بخطوط الطول والعرض لمواقع رئيسية متعددة، كما احتوى على معلومات إقليمية حضارية وثرية، كما قدم أيضًا نماذج رياضياتية تصف كيف تُرسَمُ الأرض الكروية على خريطة ثنائية الأبعاد.

استخدم بطليموس الرياضيات أيضًا فى النظريات الموسيقية والبصرية، ولكن إسهاماته الأشد تأثيرًا كانت فى الفلك والجغرافيا. وقد تركت أعمال بطليموس تأثيرات عميقة فى تلك المجالات لمئات السنين. وهيمنت استنتاجاته حتى القرنين السادس عشر والسابع عشر، عندما جرد المجتمع العلمى الأرض من موقعها المركزى فى الكون، بسبب دراسات كوبرنيكوس إلى حد كبير، وبداية علم الفلك الحديث.

ليزلي أ. ميرتز

بلينى الأكبر (Pliny the Elder) عالم رومانى
(٢٣-٧٩م)

على الرغم من أنه لم يتبق إلا عمل واحد من أعماله هو "التاريخ الطبيعى"، إلا أن بلينى الأكبر قد صار شهيرًا بفضل هذا العمل. والكتاب موسوعة من ٣٧ جزءًا غطت موضوعات تتراوح بين الأنثروبولوجيا (علم الإنسان) والفلك والتعدين والجغرافيا وعلم النبات وعلم الحيوان. ورغم أن الموسوعة تمزج بين الحقيقة والخيال، إلا أنها تمنحنا رؤية لأحوال العلم فى العصر القديم.

ولد بلينى الأكبر (واسمه الكامل جايوس بلينيوس سكندوس (Secundus Gaius Plinius) فى نوفم كومم (Novum Comum) وهى الآن كومو بإيطاليا، ولكنه أمضى معظم حياته المبكرة فى روما حيث تلقى تعليمه. وفى أوائل العشرينيات من عمره خدم فى ألمانيا فى الخيالة الرومانية، وكان ذلك اختيارًا تقليديًا لشاب ولد لأسرة ثرية. وبعد عقد كامل فى الجيش تحول بلينى إلى دراسة القانون لفترة وجيزة قبل أن يستقر به الحال كعالم.

اتفق عمله ككاتب وعالم مع شخصيته اتفاقًا جيدًا. ومن الجلى أنه كان شخصًا فضوليًا للغاية، فقد أمضى سنوات يجمع معلومات من مصادر عديدة تتناول موضوعات شتى، وكتب أكثر من ١٠٠ جزء وضع فيها هذه الثروة المعرفية. وشملت تلك الأعمال موضوعات متباينة مثل استخدامات النحو والفنون والخطابة والتاريخ العسكرى والرومانى، بل حتى استعمال الرماح كأسلحة.

ورغم أن بلينى أوصى بكل تلك المخطوطات لابن أخيه بلينى الأصغر، إلا أنه لم يبق منها إلا مخطوط واحد هو "التاريخ الطبيعى" (Historia Naturalis) . وهو جهد هائل يلخص أغلب المادة التى جمعها طوال حياته. وهو يدعى، فى مقدمة الكتاب، أنه يحوى عشرين ألف معلومة جمعها من استعراضه لألفى كتاب كتبها ما يزيد على مائة

مؤلف مختلف. ومن بين المجلدات السبعة والثلاثين خصص بلينى خمسة مجلدات للفلك والجيولوجيا، وخمسة لعلم الحيوان، وثمانية لعلم النبات، و١٣ للطب والعقاقير، وخمسة لعلم المعادن. وكان الجزء الأول فهرسًا للمحتويات وقائمة بالمراجع.

ورغم أن "التاريخ الطبيعى" حوى كمًا غزيرًا من المعارف، فإن النقاد وجدوا أنه يحوى أيضًا العديد من أخطاء الترجمة وكذلك معلومات خاطئة نتيجة مراجعة غير كافية للحقائق. فمثلاً، اعتمدت الأجزاء الخاصة بعلم الحيوان بشدة على الأعمال العلمية لأرسطو (٣٤٨-٣٢٢ ق.م.)، ولكنه ضمنه أيضًا أوصاف بلينى للحيوانات الأسطورية والفولكلورية. وفى الأجزاء الخاصة بالفلك والجيولوجيا، كثيرًا ما أخطأ فى ترجمة المعلومات الرياضياتية والتكنولوجية أو كانت معلوماته تفتقد إلى التفاصيل الدقيقة. وبالرغم من تلك الأخطاء ومزج الحقيقة بالخيال، يمثل "التاريخ الطبيعي" أول مرجع شامل جامع حقًا ودام تأثيره حتى القرن الخامس عشر.

انتهى بلينى من كتابة "التاريخ الطبيعي" حوالى عام ٧٧ ونشر عشرة من الأجزاء السبعة والثلاثين قبل أن يقبل وظيفة رسمية هى قائد الأسطول فى خليج نابولى سنة ٧٩م. ورغم أن تكليفه بالمهمة كان بهدف القضاء على القرصنة، إلا أن بلينى تحول عن هدفه بسبب ثورة بركان جبل فيزوف. وطبقًا لما ذكره ابن أخيه، قاد بلينى أسطوله تجاه الشاطئ كى يساهم فى عمليات الإنقاذ، لكنه مات نتيجة استنشاقه للأبخرة المتصاعدة من البركان الثائر. وتولى بلينى الأصغر الإشراف على نشر الأجزاء السبعة والعشرين الباقية من "التاريخ الطبيعى".

ليزلى أ. ميرتز

بيد الموقر، سانت (Saint Bede the Venerable) لاهوتي ومؤرخ وكاتب بريطاني

(ح ٦٧٢-٧٣٥)

يعتبر سانت بيد الموقر أكثر الناس علمًا في القرنين السابع والثامن. وكان مؤمنًا بأن الكنيسة المسيحية يمكن أن تفرض النظام والحضارة في خضم العنف والجهل اللذين هيمنا على عصور الظلام التي أعقبت سقوط الإمبراطورية الرومانية. ومن منطلق هذا الإيمان بقي ملتزمًا بالتقدم الحضاري طوال حياته. فكتب عمليًا في كل مناحي المعرفة ذات الاهتمام، بما فيها العلوم الطبيعية.

لا يُعرف أي شيء عن أسرة بيد أو مولده. وفي سن السابعة تركته أسرته في دير البندكتين في ويرموث بمقاطعة نورثمبريا في شمال إنجلترا. وفيما بعد أصبح راهبًا وأقام في الدير طوال حياته، وقام برحلات قليلة في العالم الخارجي، وهناك درس وكتب، وجعلت أعماله من نورثمبريا مركزًا لإحياء العلوم القديمة وترك أثره على المعرفة في بريطانيا والقارة الأوروبية. واستخدم العالم البريطاني ألكوين (Alcuin) (٧٣٥-٨٠٤) تعاليم بيد كأساس للتعليم في مدارس الكاتدرائيات التي أنشأها لشارلمان (٧٤٢-٨١٤)، وبهذا رسخ تأثير بيد على عصر النهضة الكارولنجي.

وبوصفه رجل كنيسة كان بيد ينظر للإنجيل لا بوصفه مصدرًا للحقيقة الحرفية فحسب وإنما لأنه يحتوي على معاني رمزية ثرية. ونتيجة لذلك كان أكثر تقبلاً للملاحظات والتعليلات العلمية من العديد من معاصريه.

كتب بيد ما بين ٤٠ إلى ٦٠ كتابًا تتناول مجالات عريضة متنوعة شملت العلوم والتاريخ والسِّيَر وتعليقات على الإنجيل والنحو. كما كان شاعرًا أيضًا. وتناول أشهر أعماله تاريخ الكنيسة المسيحية وتحديد التواريخ. وفي كتابه "التاريخ الكنسي للشعب الإنجليزي" (Historia ecclesiastica gentis Anglorum) غطى بيد تاريخ تحول

الأنجلو-ساكسون إلى المسيحية فى بريطانيا من الغزو الرومانى (٥٥-٥٤ ق.م.) إلى تولى سانت أوجستين من كانتربيورى (٥٩٧م).

ومما لا ريب فيه أن أهم إسهام قام به فى تحديد التواريخ كان إدخاله عادة تحديد الأحداث التاريخية بميلاد المسيح، مستخدمًا مصطلح "أنو دومينى" (anno Do mini) (فى سنة الرب) أو "A.D." كما ابتكر أيضًا طريقة منهجية لحساب تاريخ عيد الفصح، كانت أكثر بساطة من الطريقة المعقدة السابقة التى نتجت عن المزج بين التقويم الشمسى الرومانى والتقويم القمرى اليهودى. وجاء ذكر طريقته فى كتابه "حول حساب الزمن"، وتبناها فى النهاية كل العالم الغربى.

هناك نوعان لكتابات بيد فى المواضيع العلمية: ملخصات للعلوم الطبيعية وفقًا لفهمها وقتئذ وتطبيقات أكثر ابتكارية للفكر العلمى فى مشاكل عملية. وتشكل أعماله تصنيفات وتعليقات ممتازة على حالة فهم العالم الطبيعى فى الفترة التى سبقت ترجمة أعمال أفلاطون وأرسطو وغيرهما من فلاسفة اليونان. كانت معارف بيد مستقاة من الموسوعة التى ألفها الكاتب الرومانى بلينى الأكبر (Pliny the Elder) (٢٣-٧٩م)، ومن علوم الكونيات التى كتبها الآباء المسيحيون - من أمثال القديس أمبروز (Saint Ambrose) (٣٤٠-٣٩٧) والقديس بازيل (Saint Basil) (٣٢٩-٣٧٩) والقديس جريجورى (Saint Gregory) (٥٤٠-٦٠٤) - وكذلك استقى معارفه من أعمال إيزيدور الإشبيلى (Isidore of Seville) (٥٧٠-٦٣٦) غير أنه أضاف عناصر من عندياته فى تحليل أعمالهم. واحتوت كتابات بيد على العناصر الأساسية للعلم الحديث. وقلل من شأن الأساطير فى عالم الطبيعة وبحث عن التعليلات من حيث الأسباب والنتائج، محاولاً أن يستخلص قوانين عامة متناسقة فى جوهرها وتتفق مع البراهين المبنية على الملاحظة. وتناولت تطبيقاته المبتكرة للمعارف والفكر العلمى أمورًا عملية مثل المد والجزر والتقاويم والمعضلات الحسابية. وأهم أعماله التى تناولت موضوعات علمية هى (De natura rerum) و (De temporibus) و (De temporium ratione).

ج. وليم مونكريف (J. WILLIAM MONCRIEF)



سانت بيد الموقر

ديموكريتوس (Democritus) فيلسوف إغريقي
(ح ٤٦٠- ح ٣٧٠ ق.م.)

اعتنق ديموكريتوس نظرية لوسيبوس الذرية وانشغل بتفاصيل تطبيقاتها. وكانت نظريته الذرية أساس الفلسفة الأبيقورية وكل ما تلاها من مدارس فكرية مادية.

ولد ديموكريتوس فى أبديرا فى تراقيا، ولكن التاريخ الحقيقى لمولده مجهول. وثمة تحديد زمنى يؤكد مولده بعد سنة ٥٠٠ ق.م. بقليل، ومات حوالى سنة ٤٠٤ ق.م.، بينما تتحدث رواية أخرى عن مولده فى أماكن أخرى وتقرر أنه ولد حوالى سنة ٤٦٠ ق.م. وتقرر الروايات أنه عَمَّر إلى سن متقدمة؛ فإن كان الترتيب الزمنى الأخير صحيحًا فقد عاش فترة طويلة فى القرن الرابع ق.م. وفى كتابه "أنظمة العوالم الصغيرة" يصف نفسه كشاب عندما كان أناكساجوراس (ح ٥٠٠- ح ٤٢٨ ق.م.) عجوزًا. وهو أمر يؤيد الترتيب الزمنى الأخير، وهو الذى يتقبله العلماء المحدثون.

ومن الواضح أن ديموكريتوس كان رجلاً ثريًا، وسافر إلى مصر وكالديا والبحر الأحمر. وامتدت حياته الأدبية على فترة زمنية طويلة وأنتجت ما يربو على ٦٠ عملاً،

منها مقالات عن الفلك والرياضيات والموسيقى والفيزياء والبيولوجيا والطب والأخلاقيات. وكان يعرف باسم "الفيلسوف الضاحك" - بسبب ضحكه من حماقات البشر - وترك عدداً كبيراً من التلاميذ، كان من بينهم نوسيفانس (Nausiphanes) الذى عَرَّف أبيقور (Epicurus) (ح ٣٤١-٢٧٠ ق.م.) على النظرية الذرية كما وضعها ديموكريتوس.

والمعلم الوحيد المعروف لديموكريتوس هو لوسيبوس (Leucippus) (اشتهر ح ٤٥٠-٤٢٠ ق.م.)، وقد تعلم ديموكريتوس منه مبادئ النظرية الذرية. وقد وضع لوسيبوس نظريته الذرية لكى يتجنب بعض المصاعب المتعلقة بالميتافيزيقيا البارمينيدية. وطبقًا لما قرره بارمينيدس (Parmenides) (ولد ح ٥١٥ ق.م.)، لا يمكن خلق شىء من العدم، وكل ما هو موجود لا يمكن تغييره. غير أن المفكرين الأقدم زمنًا كانوا قد قرروا أن كل الأشياء مستمدة من مادة أولية وحيدة: كان طاليس (ح ٦١٠- ح ٥٤٧ ق.م.) يؤمن أنها الماء، وقرر أناكسيماندر أنها "الأبيرون"، وأكد أناكسيمينيس (اشتهر ٥٤٥ ق.م.) أنها الهواء، وذكر هيراكليتوس (اشتهر ٥٠٠ ق.م.) أنها النار. ولسوء الحظ، تطلبت كل من تلك النظريات حدوث تغييرات فى المادة الأولية.

ولكى يتغلب لوسيبوس على تلك المشكلة افترض وجود عدد لانهائى من ذرات غير قابلة للتغير تؤدى تراكيبها إلى الخواص المحسوسة للأجسام. ويضاف إلى ذلك أنه اتفق مع بارمينيدس أنه بدون خواء تصبح الحركة مستحيلة. وبالرغم من ذلك، تقبل لوسيبوس وجود فراغات خالية لأنها هى التى تفصل بين الذرات ومن خلالها تتحرك الذرات. كانت أفكار لوسيبوس مفرطة فى تخمينيتها. ولابد من أن ننسب إلى ديموكريتوس فضل تطوير تفاصيلها.

كانت ذرات نظام ديموكريتوس أجسامًا مادية صلبة، وكانت لانهاية لأعدادها أو أشكالها، كما كانت من أحجام مختلفة (رغم أنها لم تكن كبيرة لدرجة إمكانية رؤيتها). وكانت خالية من أية خواص ملموسة وتتناثر فى كل أرجاء الخواء، ولكنها كانت تتحرك حركة أبدية وفقًا لقوانين للطبيعة غير قابلة للتغير. ومن المؤكد أن

الذرات الديموكريتية كانت منتشرة فى الفضاء، ولكنها غير قابلة للانقسام المادى وغير قابلة للتدمير. ويبقى أمر ما إذا كان هو مؤمنًا بإمكانية انقسامها من الأمور الجدلية.

وكشف ديموكريتوس عن تفاصيل العلاقة بين تكوينات الذرات والخواص الملموسة التى تنتج عن تلك التكوينات. وتنتج اصطدامات من حركة الذرات تتسبب إما فى انحرافها أو التصاقها. فعندما تصطدم الذرات ذات الزوائد فإنها تلتصق سويًا، مكونة أجسامًا مركبة. والسمات المختلفة التى يتسم بها جسم من الأجسام، مثل اللون والطعم والحرارة، هى نتاج العدد الإجمالى الموجود من الذرات، وترتيبها الخاص بها، والأشكال الخاصة المختلفة للذرات. فمثلاً يختلف وزن شىء حسب عدد الذرات وكمية الخواء الموجودة فيه. ويضاف إلى ذلك أن المفهوم أن كل التغيرات تحدث نتيجة لتركيبات الذرات وإعادة تركيبها وتفككها.

وكان ديموكريتوس يُعلِّم أيضًا أن كل الأجسام تخرج منها غلالات رقيقة من الذرات تتفاعل مع أعضاء الإحساس كى تولد إحساسنا بالأشياء. وبالمثل، كان يُعَلِّم أن التفكير هو نتيجة للتفاعلات بين ذرات الروح. وكان ديموكريتوس ينادى بالتفكير النقدى فى الأحاسيس بوصفها أفضل وسيلة للوصول إلى الحقيقة.

ستيفن د. نورتون

زانغ هنج (Zhang Heng) فلكى ورياضياتى صينى

(٧٨-١٣٩ م)

كان زنج هنج رياضياتيًا وعالمًا صينيًا وولد فى القرن الأول الميلادى. وبالإضافة إلى عمله كواحد من منجمى الإمبراطور، كان لهنج عدد من الاكتشافات الفلكية المثيرة. غير أن أهم ابتكاراته كان مقياس الزلازل (السيزموجراف)، المستخدم فى اكتشاف الزلازل من مسافات بعيدة.

لا يكاد يعرف شيء عن حياة زنج المبكرة، أو حياته غير المهنية. وكل ما هو معروف أنه كان عالمًا متعدد المواهب وأصبح وزيرًا في الحكومة الصينية أثناء حكم الإمبراطور أنتي (An'ti). وفي تلك الأثناء عمل كبيرًا للمنجمين كما كان رياضياتيًا وعالمًا له احترامه.

ومن المعروف أن هنج كان له عدد من الإسهامات المهمة أثناء حياته. فبوصفه فلكيًا قام بمحاولات جيدة لإضفاء شيء من النظام على النجوم، فوصف السماء بأنها مكونة من "١٢٤ مجموعة دائمة السطوع. ويمكن التعرف على ٣٢٠ نجمًا بأسمائها. وهناك ما مجموعه ٢٣٠٠ نجمًا، عدا ما يرصده البحارة. ومن النجوم الصغيرة هناك ١١٥٢٠ نجمًا". ويُفترَض أن إشارة هنج للبحارة هو اعتراف منه بحقيقة أن السماء فوق البحار أحلك ظلامًا وأشد وضوحًا عن السماء فوق اليابسة، مما يتيح عددًا أكبر من النجوم للرصد.

وثمة إنجاز آخر لهنج هو أنه سنة ١٢٣م راجع التقويم الصيني في محاولة منه للتوصل إلى توافق بين التقويم والفصول المناخية. ويشبه ذلك التصحيحات التي جرت في أوروبا، ومنها إدخال السنة الكبيسة، وإضافة ١١ يومًا إلى التقويم في القرن الثامن عشر. ولم يكن الحل الذي ارتآه هنج حلا دائمًا، وإنما حقق هدفه في التوفيق بين التقويم والفصول لبعض الوقت.

غير أنه من المرجح أن أهم إسهامات هنج كان مقياس الزلازل. واليوم باتت مقاييس الزلازل فائقة الحساسية، فهي لا تكتفي بتحذيرنا من الزلازل في أي مكان على سطح الأرض فحسب، وإنما تجعلنا نكتشف تجارب الأسلحة النووية. كما أتاحت متابعة أصداء الزلازل وتوابعها وسيلة غير مسبوقة للتعرف على باطن الأرض، بمتابعة انتشار موجات الزلازل في الكوكب وما يضيفه ذلك من معلومات عن باطن الأرض.

ومن البديهي أن جهاز هنج لم يكن على نفس الشاكلة من التعقيد. ورغم ذلك كان إنجازًا مهما، وكان كافيًا وحده لتأكيد سمعته كعالم. وكان أكثر ما أثار انبهار

معاصريه تلك اللحظات التى يُكتَشَف فيها زلزال على مسافة بعيدة يستغرق عدة أيام من رسول كى يحمل الأنباء إلى العاصمة الإمبراطورية. وكان جهازه يتكون من رؤوس أربعة تنينات، كل منها يحمل كرة. وعندما يضرب زلزال تسقط الكرة فى وعاء معدنى. ويمكن أيضاً تحديد الاتجاه الذى أتى منه الزلزال بمراقبة أى كرة سقطت من الكرات الأربع.

ورغم الطول النسبى لحياته المثمرة إلا أنه لا يُعرف عن هنج سوى ذلك. غير أن ابتكاره لمقياس الزلازل وحده كفيل بأن يحفظ له مكانًا فى حوليات العلم. مات هنج بعد سبع سنوات من ابتكاره لمقياس الزلازل فى سن الواحدة والستين.

ب. أندرو كرم

زينوفانيس (Xenophanes) فيلسوف يونانى
(٥٧٠-٤٧٥ ق.م.)

كان زينوفانيس واحداً من أوائل فلاسفة الإغريق الذين شككوا فى وجود أرباب متعددة، وواحداً من أوائل من أنكروا إمكانية أن يكون أى نوع من المعرفة إما مطلقة أو هادفة. وفى الأمر الثانى، توقع نشأة مواضيع وفلسفات فى القرون التالية، وفى هذا الصدد كان له تأثيره على فلسفة العلم.

ولد زينوفانيس فى كولوبون ببلاد اليونان. وأصبح شاعراً متجولاً فى منتصف العشرينيات من عمره، وكان يتكسب بهذه الوسيلة حتى سن ٩٢ على الأقل. وكان يمزج بين الشعر والفلسفة، وفى العديد من تلاواته أثار تساؤلات خطيرة حول الآلهة المتعددة فى مجمع الأرباب الإغريقى. وقاده هذا النمط من التفكير إلى تساؤلات عما نعرف، وكيف عرفنا ما عرفنا، وعما إذا كان ثمة شخص غير الرب له دراية هادفة وكاملة بأى شىء. كما أدت به إلى الإنكار بعناد لأن يكون للأرباب السمات البشرية التى جاءت فى الأساطير الإغريقية.

وقد نسبت الأساطير الإغريقية إلى الآلهة قوى خارقة للطبيعة، وأنها بالرغم من ذلك كانت تتصرف بصورة مشابهة للبشر. ورأى زينوفانيس أن ذلك أمر بعيد

الاحتمال. وعوضًا عن ذلك، بدأ بالتشكيك فيما إذا كانت تلك الكائنات القوية تتصرف حقًا بطريقة مفهومة. ورأى أن الأكثر احتمالاً هو أن تلك الكائنات التى تملك قوى استثنائية فى قوتها تتصرف بصورة أبعد ما تكون عن البشر الفانين ذوى القوى المحدودة.

ثم شرع زينوفانيس فى التفكير فيما إذا كان من المعقول وجود آلهة متعددة. ورفض غالبية أفعال الآلهة معللاً ذلك بأنها ظواهر طبيعية، على شاكلة الأحوال الجوية. ووصل به المزيد من التفكير إلى قناعة بوجود إله واحد، وأن هذا الإله سيكون فى الأغلب شبيهًا بالكون أكثر منه شبيهًا ببشر. وكان الرب، فى تفكيره الذى ربما يكون تأثر بكونيات أناكسيماندر (٦١٠-؟٥٤٧ ق.م.)، كرويًا ومعنويًا (أى بدون جسم مادى) وأبديًا.

كانت فكرة الأبدية جوهرية فى كونيات زينوفانيس. وكان يحس أنه لكى يتواجد أى شىء الآن فإنه يتعين عليه أن يكون موجودًا دائمًا. أو، بمعنى آخر، إن كان ثمة وقت لم يكن فيه شىء موجودًا، فإن المادة لا يمكن أن تكون قد خُلقت من العدم. وعلى هذا فقد قرر أن الكون لا بد أن يكون سرمديًا. وقرر زينوفانيس أيضًا أن الكون لابد وأن يكون لانهائيًا فى امتداده، ومتجانسًا أيضًا على النطاق الأوسع. وأخيرًا وصل إلى قناعة بوجود إله واحد فقط لا بد أن يكون شبيهًا بالكون. ووصف الإله بأنه كائن لا يملك أعضاء خاصة بالإحساس، ولكنه بدلاً من ذلك "يرى كل شىء، ويفكر فى كل شىء، ويسمع كل شىء"، وهو موجود فى كل مكان فى نفس الوقت، "ويتواجد دون عناء".

شملت إسهامات زينوفانيس فى فلسفة العلم تساؤلات عن إمكانية التوصل إلى معرفة كاملة أو مطلقة لأى مظهر من مظاهر الكون. وكان إحساسه أن الكون على درجة بالغة من التعقيد بحيث يستحيل معها أن نفهمه فهمًا كاملاً. كما اقترح أيضًا أنه، حتى لو عرفنا الحقيقة كاملة عن أى شىء فسوف نبقى عاجزين عن إيصال تلك الحقيقة لأى شخص آخر. وكانت قناعته أن البشر لا يملكون سوى التخمين الواعى المثقف. أو كما قال: "عندئذ تبقى تلك الآراء، التى تشبه الحقيقة".

ب. أندرو كرم

طاليس المليتى (Thales of Miletus) مهندس يونانى

(٦٣٠؟-٥٤٧ ق.م.)

اشتهر طاليس كمؤسس للبحث العلمى العقلانى ولكونه واحداً من أوائل سلسلة طويلة متميزة من العلماء اليونانيين فى العالم القديم. أبدى طاليس اهتماماً بكل شىء تقريبًا، ولعله كان أول من حاول وضع أسباب عقلانية للظواهر التى كان يشاهدها فى العالم، بدلاً من الاعتماد على الخرافات أو الدين لكى يشرح الأحداث اليومية. وساعد، بعمله هذا، على تمهيد الطريق أمام الازدهار العظيم للعلوم والفلسفة الإغريقية التى ظهرت بعده، وترك بصمته على العديد من العلماء الإغريق الذين تبعوه وساروا على دربه.

كان طاليس ابنًا لإكساميس وكليوبولين، اللذين كانا ينتميان لأسرة من علية القوم. ورغم أن طاليس ربما يكون قد وُلد فى المدينة اليونانية مليتوس، إلا أن أبويه ربما يكونان فينيقيين كانا يعيشان فى تلك المدينة. غير أن طاليس كان يونانياً بالتنشئة إن لم يكن بالعِرق، وأمضى غالبية حياته فى بلاد اليونان أو أقاليمها.

ويُنسَب إلى طاليس، من بين ما يُنسَب إليه، فضل إسهاماته المهمة فى علم الهندسة. فمثلاً، كان من أوائل من قاموا بقياس دقيق لارتفاع الأهرام المصرية، وكثيراً ما يُستَشهَد به كواحد من أوائل من طوروا بعضًا من النظريات الهندسية الأساسية. وإضافة إلى ذلك، يدعى الكثيرون أنه كان أول من توصل إلى فكرة البرهان الرياضياتى المنطقى، التى تشكل اليوم الأساس لغالبية الرياضيات والهندسة. فى مقابل ذلك ثمة ادعاء مضاد بأن طاليس كان عالمًا تجريبيًا استغل عدداً من القواعد المبنية على التجربة العملية والملاحظات، ولكنه لم يكن بالضرورة يفهم كيف تعمل تلك القواعد.

ومن الصعب تمحيص كل تلك الدعاوى اليوم؛ لأنه لم يُعثَر على أى شىء من كتابات طاليس وبسبب النزعة التى كانت سائدة عند قدامى الإغريق لأن ينسبوا إليه

أكثر مما يمكن أن يكون قد حققه فى الحقيقة. والمثال على ذلك هو تنبؤه المزعوم بكسوف الشمس سنة ٥٨٥ ق.م. فإذا علمنا أن كسوفات الشمس لا تصيب إلا جزءًا صغيرًا من الأرض، فمن غير المحتمل اليوم أن يكون أحدها قد تم التنبؤ به فى ذلك الزمن البعيد، وبخاصة فى ضوء المعارف الفلكية وقتئذ. ومن الأرجح أن معاصرى طاليس قدروا أن رجلاً على هذه الدرجة من الذكاء لا بد أن يكون قد توقع الكسوف ولم يخبر أحدًا بذلك. وعلى مر السنين تحول ذلك إلى يقين بأنه فى واقع الأمر قد تنبأ بالكسوف.

ورغم عِظَم تلك الشكوك، فإنه من المؤكد أن طاليس كان يُنظَر إليه باحترام كبير فى زمانه وبعد موته بعدة قرون. ولا ريب أنه كان يستحق هذه المكانة. ولعل أبلغ مثال على إسهامات طاليس للعلوم الإغريقية هو علم كونياته الذى ابتكره. فقد قدر أن الأرض تتكون من قرص يطفو فوق الماء، وأن بعض سمات هذا النظام يمكن استخدامها فى تفسير الزلازل. ومن البديهى أن هذا تفسير خاطئ، ولكن ذلك ليس مهمًا. فالأمر المهم أن تلك كانت أول مرة فى التاريخ المسجل يحاول شخص أن يضع تفاسير للأرض مستخدمًا تفسيرًا فيزيائيًا عقلانيًا بدلاً من اللجوء إلى الخرافات. وبهذا خطا طاليس خطوة فكرية هائلة، بإيمانه أن بشرًا خَطّاءً يمكنه أن يفسر أفكارًا ومفاهيم كانت فى الماضى حكرًا على الآلهة.

وعلى جانب أخف قليلاً، قد يكون طاليس قد أنشأ نمطًا جديدًا من الفكاهة. فأثناء ما كان يسير ذات ليلة، وقع فى حفرة. فساعدته على الخروج منها خادمة جذابة، ويقال إنها سألته كيف يتسنى له أن يفهم السماوات إذا لم يكن يستطيع رؤية ما تحت أقدامه. ولعل تلك هى أقدم طرفة عن العالم شارد الذهن.

ب. أندرو كرم



طاليس

فيلوبونوس، جون (John Philoponus) عالم بيزنطى (؟٤٩٠-٥٧٠ م)

ويعرف أيضًا باسم يوهان فيلوبونوس وكذلك يوحنا النحوى، وكتب فى موضوعات شتى، من اللاهوت إلى الفيزياء. وكان أهم ما كتبه هو نقده لأفكار أرسطو الخاصة بالحركة، ففى الوقت الذى أصر فيه سلفه العظيم خطأً على أن جسمًا فى حالة حركة يحتاج للاستمرار فى استخدام القوة كى يبقى متحركًا، أكد فيلوبونوس أن جسمًا يمكن أن يستمر متحركًا فى غياب الاحتكاك أو المقاومة.

نشأ فيلوبونوس فى الإسكندرية بمصر حيث تتلمذ على يد أمونيوس هيرميا (Ammonius Hermiae) (اشتهر ح ٥٥٠م)، وكان من مشاهير من علقوا على أفكار أرسطو (٣٨٤-٣٢٢ ق.م). وأثناء فترة تلمذته كان فيلوبونوس من أوائل من حاولوا المؤالفة بين الفكر الأرسططالى والمعتقدات الروحية الغربية. وفيما بعد حاول مفكرون آخرون - من بينهم توماس أكويناس المسيحى (؟١٢٢٥-١٢٧٤)، وقبله ابن رشد المسلم (١١٢٦-١١٩٨) وموسى بن ميمون اليهودى (١١٣٥-١٢٠٤) - حاولوا

محاولات توفيقية مماثلة، ولكن فيلوبونوس سبقهم بقرون. وكان، بوجه خاص، واحداً من أوائل من طابقوا بين فكرة أرسطو الخاصة بالسبب الأول وبين الرب المسيحى، وهى فكرة صارت ذات تأثير عميق عندما عبر عنها أكويناس بعد أكثر من خمسمائة عام.

تتعلق غالبية أعمال فيلوبونوس بأرسطو: فقد وضع تعليقات على "الفيزياء"، و"الميتافيزيقا"، و"أورجانون"، و"عن الروح" (De anima)، و"عن نشأة الحيوانات" (De generatione animalium) وتباينت موضوعات تلك الأعمال ما بين علمية ولاهوتية، وهو نطاق عكَس حياة فيلوبونوس المهنية. وعلى الرغم من أن أعظم أهمية علمية له اليوم تكمن فى مناقشاته العلمية لكتاب "الفيزياء"، إلا أن أهم أعمال حياته كانت "الوسيط؛ أو ما يتعلق بالوحدة" (Diaitetes e peri henoseos)، وهو مناقشة لطبيعة المسيح والثالوث المقدس.

وذكر فى كتابه هذا الأخير أن كل كائن له طبيعة واحدة، وبذلك فإن المسيح لا يمكن إلا أن يكون إلهًا فقط ولا يمكن أن يكون بشراً بالإضافة. وقد وضعه هذا القول فى موقع قريب إلى درجة الخطورة من هرطقات من كانوا يسمون أتباع الطبيعة الواحدة (Monophysitism)، وبالرغم من أن فيلوبونوس قد حاول أن يبرئ نفسه ببهلوانيات المنطق، إلا أن مجمع القسطنطينية الثالث وجه إليه اللوم سنة ٦٨١. غير أنه كان قد مات منذ وقت طويل، وبالتالى لم يعانِ نتيجة مغازلاته للفكر الهرطقى.

ومثلما كان تفكيره تقدميًا فى محاولاته التوفيق بين أرسطو والإنجيل، كان فيلوبونوس أكثر تقدمية عن عصره فى انتقاده لأفكار أرسطو عن الحركة. فطبقًا لنظرية أرسطو الحركية، فإن جسمًا ما لا يتحرك إلا إذا أثرت عليه قوة خارجية، ولا يمكن أن يستمر متحركًا إلا إذا استمرت هذه القوة فى عملها. ووفقًا لذلك التفسير، تعمل الرياح والهواء كنوع من المحرك. وعلى النقيض من ذلك، قرر فيلوبونوس أن السرعة تتناسب مع الفارق الإيجابى بين القوة والمقاومة – بمعنى أن القوة لا بد أن تكون أكبر من المقاومة – وأن الجسم سيبقى فى حالة حركة طالما أن القوة تزيد على المقاومة.

ويستطيع المرء أن يشاهد هذا المبدأ أثناء عمله عندما يراقب كرة في حالة حركة. فكما قرر أرسطو، لا يمكن أن تتحرك الكرة إلا إذا أثرت عليها قوة خارجية، فمثلاً يجب أن يلتقط شخص الكرة ويدحرجها على الأرضية. (وبالطبع، لا معنى لنظرية أرسطو إذا كنا نتعامل مع كائن حي، كشخص أو حيوان). ففي بادئ الأمر ستكون الكرة أقوى بكثير من مقاومة الأرضية، التي تختلف شدتها باختلاف ما يغطي الأرضية، أي أن الرخام سيكون أيسر في دحرجة الكرة عن سجادة. غير أنه مع استمرار تدحرج الكرة ستزيد المقاومة عن قوة الكرة المتدحرجة (في الحقيقة، يطلق الفيزيائيون المحدثون على ذلك الطاقة الحركية)، وفي النهاية ستتوقف الكرة.

وما سبق كان تصويراً للقانون الأول للحركة الذي وضعه إسحق نيوتن (١٦٤٢-١٧٢٧). غير أنه قبل نيوتن، كان هناك من يدعى جان بوريدان (Jean Burldan) (١٣٠٠-١٣٥٨)، الذي أكد أن جسمًا ما ينقل إلى جسم ما آخر قدراً من القوة، تتناسب مع سرعته وكتلته، وتجعل الجسم الثاني يتحرك مسافة معينة. كانت تلك ملاحظة دقيقة وبها بصيرة، وكذلك كان رأي بوريدان أن مقاومة الهواء تبطئ من حركة الأجسام.

بل حتى من قبل بوريدان، كان هناك بيتر جون أوليفي (Peter John Olivl) (١٢٤٨-١٢٩٨)، الذي يُنسب إليه فضل أول تحدٍ لعالم غربي لأفكار أرسطو الخاطئة عن الحركة، وقبل أن يظهر أوليفي كان هناك ابن سينا (٩٨٠-١٠٣٧)، وكان، مثل فيلوبونوس، من أنصار أرسطو رغم أنه اختلف مع الأخير في تعاليمه حول حركة المادة. ولكن، قبل كل هؤلاء كان هناك فيلوبونوس نفسه، الذي تحدى أيضًا الرأي الأرسطالي، (بل في الحقيقة الإغريقي-الروماني) بأن كل الأشخاص لهم عقل شامل جامع. وكان رأي فيلوبونوس، مثلما هو رأي كل شخص حديث، أن كل شخص له ذهنه الخاص به.

جدسون نايت

فيلون البيزنطى (Philon of Byzantium) عالم فيزياء يونانى
(؟٢٨٠-؟٢٢٠ ق.م.)

يشير الكم النادر المعروف عن فيلون إلى أنه كان رجلاً ثريًا نسبيًا أسهم فى تصميم وبناء عدد كبير من الآلات. ويبدو أن غالبيتها قد تم تصميمه للمساعدة على القتال وكسب المعارك، وقد جاء وصف العديد من تصميماته فى كتابه "الميكانيكا".

لا يكاد يُعرف شيء عن حياة فيلون، وبخاصة فترة حياته المبكرة التى فقدها التاريخ. غير أن الأجهزة التى ساهم فى اختراعها أو فى جعلها ذات فائدة قد اعتُبِرت مهمة بدرجة جعلت، وإن كان بعد بضعة قرون، المعمارى والمهندس الرومانى فيتروفيوس (Vitruvius) (القرن الأول ق.م.) يذكره بوصفه واحدًا من كبار المخترعين، كما ذكر هيرون (Heron) السكندرى (القرن الأول م) فى أعماله بعضًا من كتابات فيلون.

عاش فيلون بعد الازدهار الكبير للعلوم والفلسفة الإغريقية التى وصلت لأقصى ذراها فى القرنين الرابع والخامس ق.م. وفيما بين حكم بركليس ومولد فيلون خسرت أثينا حرب البيلوبونيز لاسبرطه، وغزا الإسكندر الأكبر (٣٥٦-٣٢٣ ق.م.) العالم المعروف، وتفككت إمبراطورية الإسكندر بعد وفاته. وفى حياة فيلون، كانت مدينة روما تربح الحروب التى جعلت منها واحدة من أكبر الإمبراطوريات فى التاريخ، رغم أن الرومان لم يكونوا قد غزوا بلاد اليونان بعدُ، وكانت الإمبراطورية الفارسية لا تزال مصدراً للقلق فى الشرق. فليس بغريب أن بعضًا من أنصع العقول فى بلاد اليونان قد شغلوا أنفسهم بالمساهمة فى تطوير تقنيات حربية. وحتى أرشميدس (؟٢٨٧-٢١٢ ق.م.)، وهو واحد من أعظم المفكرين فى زمانه، اشتهر أيضًا بأجهزته الحربية مثلما اشتهر بمكتشفاته الباهرة فى الرياضيات والفيزياء. فلابد لنا إذًا أن ننظر إلى مخترعات فيلون فى ضوء هذه الخلفية.

ويُعتَقد أن فيلون كان على درجة من الثراء مكنته من الترحال والتجول فى أنحاء العالم القديم. وتمكن من مقابلة العديد من المخترعين أثناء رحلاته، وكان فكره إبداعيًا بدرجة أتاحت له لا أن يتذكر ما شاهده فحسب وإنما أن يستخدمه كإلهام لمخترعاته هو. والمنجنيق هو مثال على ذلك، الذى اخترعه ستيسيبيوس (Ctesibius) (القرن الثانى ق.م.). ففى أعقاب علمه بذلك الجهاز، كتب فيلون عنه فى كتابه الرائع "الميكانيكا"، كما ناقش استخداماته الحربية مع حكام الإسكندرية ومدن إغريقية أخرى. كما كتب فيلون أيضًا عن معدات الحصار والقلاع وفن الدفاع عن المدن وحصارها.

ويتكون "الميكانيكا" من تسعة كُتب تلخص فى مجملها غالبية معارف العالم عن تنوع من الأجهزة والتقنيات الموجودة وقتئذ. وعلى الرغم من عدم بقاء كل ما كتبه، إلا أن فيلون يكرر نفسه ويشير إلى أعمال سابقة بمعدل يكفى للقول بأن معظم أعماله، بل حتى نص كلماته، قد بقى.

وبالإضافة لمنجزاته التكنولوجية، كان لفيلون إسهام وحيد فى الرياضيات، وهو وصفه لطريقة لمضاعفة المكعب. وكان يعنى طريقة لبناء مكعب حجمه ضعف مكعب معين بالضبط. وفى الحقيقة، لم يكن دافعه لمحاولة ذلك مجرد اهتمام ذهنى بقدر ما كان تطبيقًا عمليًا أثناء وضع تصميم للمنجنيقات، ولكن طريقته فى حل تلك المعضلة أسهمت فى تقدم الرياضيات وتستحق الاعتراف بها.

ورغم أنه من المعروف أن فيلون قد كتب عددًا من الأعمال الأخرى إلا أنها فُقدت. غير أنه من المؤكد أن "الميكانيكا" كان كتابه الوحيد الذى كان يُرجَع إليه بعد وفاته التى كانت فى حوالى الستين من عمره.

ب. أندرو كرم

كاليبوس (Callipus) فلكى ورياضياتى إغريقى

(ح ٣٧٠- ح ٣٠٠ ق.م.)

اشتهر كاليبوس بسبب التحسينات التى قام بها على النظرية الكواكبية ليودوكسوس (Eudoxus) بإضافة أجرام كروية إضافية. كما قام بحسابات دقيقة لأطوال الفصول وصنع دورة من ٧٦ سنة توافقت فيها بصورة أدق دورتا الشمس والقمر. وبقيت هذه "الدورة الكاليبية" الأساس لتحديد التواريخ وتصحيح أخطاء الرصد الفلكى لعدة قرون.

كان كاليبوس واحدًا من أعظم فلكيى بلاد اليونان القديمة، وولد حوالى سنة ٣٧٠ ق.م. فى سيزيكوس الواقعة فى فريجيا الهلسبونتية على الشواطئ الجنوبية للبروبونتوس (الذى يعرف اليوم باسم بحر مرمرة). وطبقًا لما ذكره سيمبليكيوس (Simplicius) درس كاليبوس على يد بوليمارخوس (Polemarchus) (اشتهر ح ٣٤٠ ق.م.)، وهو تلميذ سابق ليودوكسوس (ح ٤٠٨- ح ٣٥٥ ق.م.). وتبع كاليبوس أستاذه بوليمارخوس إلى أثينا. وانتهى به المطاف إلى العيش مع أرسطو (٣٨٤-٣٢٢ ق.م.) الذى شجعه على تكريس جهوده فى تحسين نظام يودوكسوس عن الأجسام الكروية المتراكزة (المتحدة المركز).

فى بادئ الأمر، تحدى أفلاطون (ح ٤٢٨-٣٤٧ ق.م.) الفلكيين أن يفسروا الحركات التى تبدو غير منتظمة للأجرام السماوية بتعبيرات تتسق مع الحركات الدائرية المنتظمة. وقبل يودوكسوس هذا التحدى "لكى يحافظ على الظاهرة" وابتكر نظامًا للأجرام السماوية المتراكزة تقع الأرض فى مركزها المشترك. وكل كوكب، وكذلك الشمس والقمر، مرتبط بجرم كروى وحيد. وبدوره كان هذا الجرم جزءًا من مجموعة من الأجرام المترابطة، كل منها يدور حول محوره بسرعات مختلفة وتوجهات متباينة. ثم يتم تعديل مجموع الحركات كى تقارب الحركات المرصودة للجسم المراد بحثه.

واستخدم يودوكسوس ٢٧ جرمًا كرويًا: ثلاثة لكل من الشمس والقمر، وأربعة لكل من الكواكب الخمسة، وواحد للنجوم الثوابت.

أدرك كاليبوس أن نظام يودوكسوس يتطلب أن تتحرك الشمس بسرعة ثابتة دائمة على خلفية من النجوم الثابتة. وكان معنى ذلك أن تكون الفصول متساوية فى طولها، الأمر الذى كان مناقضًا للمعلومات العامة. وقام كاليبوس بتحديد دقيق لأطوال الفصول بناء على ملاحظاته الشخصية الدقيقة. ولكى يجد تفسيرًا لنتائجه وجد كاليبوس أنه يتحتم عليه أن ينقح نموذج يودوكسوس بإضافة جرمين كرويين إضافيين لكل من الشمس والقمر وجسمًا إضافيًا واحدًا لآليات عطارد والزهرة والمريخ. وبذلك وصل مجموع الأجرام الكروية إلى ٣٤.

أضاف أرسطو تعديلات لهذا النظام، لكنه على النقيض من يودوكسوس وكاليبوس أكد على أن الأجرام الكروية هى أجسام مادية. وبناء على ذلك، كان لابد من أن تكون بعض فرضيات فيزياء أرسطو مقنعة. واستلزم ذلك إضافة ٢٢ جرمًا كرويًا، ليصل المجموع إلى ٥٦. ولسوء الحظ، لم تنجح كل نماذج الأجرام المتراكزة فى تعليل ظواهر بعينها أو تمثيلها، وبالذات التغيرات الظاهرية فى أقطار الشمس والقمر واحتياج المنحنى الشبيه بحدوة الحصان والخاص بالحركات الارتجاعية إلى أن يكرر نفسه بالضبط من مدار إلى المدار الذى يليه. ورغم كل ذلك، عاشت الصورة الأرسطالية لنظام يودوكسوس لقرون عديدة وتركت أثرًا عميقًا على الفلك الهللينستى (الإغريقى).

وبتحديد أطوال الفصول تحديدًا دقيقًا (٩٤ و٩٢ و٨٩ و٩٠ يومًا على التوالى بدءًا من الاعتدال الربيعى) نجح كاليبوس فى التوفيق بين التقويمين القمرى والشمسى. وكان الفلكى الأثينى ميتون (Meton) (اشتهر فى القرن الخامس ق.م.) قد قام قبل ذلك بتحديد دورة تقاويمية مشتركة بين الشمس والقمر. وأثبت كاليبوس أن تلك "الدورة الميتونية" أطول قليلاً من الحقيقة. ولكى يعيد وضع التقويمين فى انتظام جمع بين أربع دورات ميتونية كل منها تتكون من ١٩ سنة، مع إسقاط يوم من كل دورة.

كانت الدورة الكاليبية الناتجة والمكونة من ٧٦ سنة أدق بكثير فى قياس طول السنة. كما أنها صارت مرجعًا معياريًا لكل الفلكيين اللاحقين يسجلون بها أرصادهم. وأتاح وجود هذا التقويم المعيارى إمكانية تصحيح الأرصاد وربطها ببعضها بصورة أكثر دقة. وأسهم ذلك إسهامًا كبيرًا فى التطور المستقبلى للنظريات الفلكية.

ستيفن د. نورتون (STEPHEN D. NORTON)

كونفوشيوس (كونغ فو-تزو) فيلسوف صينى
(٥٥١-٤٧٩ ق.م.)

كونفوشيوس هو الاسم اللاتينى لكونج فو-تزو (التى تعنى المعلم كونج)، وكان من بين أعظم فلاسفة العالم وملهمًا لواحدة من أكبر العقائد الدينية العالمية. ورغم أنه فيما يبدو لم يكن مسئولاً مسئولية مباشرة عن أى اختراق علمى مهم، فإن تعاليمه ومعتقداته كانت عاملاً مهمًا أسهم فى استثارة بعض من رياضياتيى الصين المبكرين والمعارف العلمية.

وعلى شاكلة كثير من الشخصيات التاريخية القديمة، لا نكاد نعرف شيئًا يذكر عن فترة شباب كونفوشيوس سوى أنه جاء من أسرة نبيلة فى الصين فى عهد أسرة تشو. ووفقًا لما تواترت به الروايات التقليدية، صعدت مكانة كونفوشيوس سريعًا فى أعين رؤسائه، إلى أن تحول أميره وانصرف عنه بتأثير مستشارين حاقدين. وبوصوله سن الأربعين شرع يعيش حياة فيلسوف وعالم متجول، يتنقل من مدينة لأخرى نتيجة لأن عائلات كبيرة مختلفة أجبرته على ذلك.

وفى الحقيقة، لعل ذلك كان أبعد ما يكون عن الحقيقة، ويبدو أنه أمضى الجانب الأكبر من حياته يعمل عند نفس الدوق وخلفائه. وفى أثناء ذلك، وبخاصة عند

اقتراب حياته من نهايتها، بدأ كونفوشيوس يجتذب تلاميذ جاءوا ليدرسوا على يد المعلم. كان تلاميذه ينصتون ويسجلون العديد من أهم أفكاره، وطبعوا "المختارات"، وهى مجموعة من تعاليم كونفوشيوس، بعد وفاته فى ٤٧٩ ق.م. ومن المفارقات أن كونفوشيوس لم يعتبر نفسه أبدًا شخصية دينية ومات حسيرًا ومقتنعًا أن تعاليمه سوف تموت بموته.

"يقول كونفوشيوس ..." هى صيغة هزلية ظلت تُسمع كثيرًا فى الغرب لما يربو على ألفى عام وتعادل "قال المسيح ...". لم يكن كونفوشيوس مجرد فيلسوف عظيم فحسب وإنما كان أيضًا أبًا للكونفوشيوسنية، وهى عقيدة يفوق عدد أتباعها عدد أتباع أى عقيدة أخرى على مر التاريخ.

ومن المؤكد أن تأثير كونفوشيوس على الفكر والحضارة الصينية لم يمت بموته. وفى الحقيقة لقد ترك تأثيرًا عميقًا على الصين لما يزيد على ألفى عام. وكان من بين نجاحات الكونفوشيوسية تشجيعها للعلم والمعرفة والدراسة. وأسهم ذلك فى إلهام العديد من العلماء والرياضياتيين الصينيين القدامى مما نتج عنه أن كثيرًا من الابتكارات الغربية التكنولوجية كانت إما مستعارة من الصينيين أو نشأت بصورة مستقلة على يد الصينيين قبل قرون من ظهورها فى الغرب.

وتكاد تكون حياة كونفوشيوس متزامنة مع حياة سقراط (٤٧٠؟-٣٩٩ ق.م.)، ولكن حياتيهما انتهت بصورة مختلفة تمام الاختلاف. فسقراط، الذى ظل محتفًى به حتى أُدين وحكم عليه بالموت بسبب عدم إيمانه بالآلهة التى حاول أن يفهمها، ترك أثرًا لا يمحى على الفكر الغربى، ولم يترك شيئًا آخر. بينما كونفوشيوس كان مهمشًا بصفة عامة (فيما عدا من قبل تلاميذه) ومات متأكدًا أنه سرعان ما ينساه الجميع. ولم يكتف الناس بتذكره وإنما بجلته الأجيال التالية بوصفه إلهًا.

ب. أندرو كرم



كونفوشيوس

لوسيبوس (Leucippus) فيلسوف يونانى
(؟٤٨٠- ؟٤٢٠ ق.م.)

قد يتعجب العديد من الأشخاص المحدثين عندما يعلمون أن مفهوم الذرة مفهوم قديم، ولكن الحقيقة أن جذوره تعود إلى الفيلسوف اليونانى لوسيبوس وتلميذه ديموكريتوس (؟٤٦٠-؟٣٧٠ ق.م.). ولعله من الأمور المثيرة للسخرية أن هذين الشخصين يمكن اعتبارهما مسئولين عن فكرة أن كل الطبيعة يمكن تفكيكها إلى عدد لانهائى من الأجزاء غير القابلة للانقسام، وبالمثل من الصعب أن نفصل إسهامات لوسيبوس عن تلك الخاصة بتلميذه الأكثر شهرة فى تشكيل النظرية الذرية.

التفاصيل الخاصة بسيرة حياة لوسيبوس واهية وبخاصة الفترة المبكرة من حياته. وربما يكون قد ولد فى مليتوس، وهى مدينة فى آسيا الصغرى (تركيا الآن) كانت موطنًا للعديد من الفلاسفة والعلماء. ولعله أسس مدرسة الفلسفة فى مدينة أبديرا (أدفيرا الآن) على شواطئ تراقيا ببلاد اليونان، ويبدو شبه مؤكد أنه على الأقل قد عاش فى أبديرا.

ولكن أبيقور (٣٤١-٢٧٠ ق.م.) الذى كتب بعد مرور أقل من قرنين بعدها، أكد أن لوسيبوس لم يكن إلا شخصية وهمية أسطورية، لندرة ما عُرف عن حياته. حتى أرسطو (٣٨٤-٣٢٢ ق.م.)، الذى نسب، بالاشتراك مع تلميذه ثيوفراستوس (Theophrastus) (٣٧٢؟-٢٨٧ ق.م.)، فضل وضع النظرية الذرية للوسيبوس، يبدو أنه كان غير متأكد من الدور الذى لعبه لوسيبوس فى وضع النظرية الذرية، وأحيانًا يقول إن ديموكريتوس عمل عليها منفرداً.

قرر بعض العلماء أن لوسيبوس قد درس على يد زينو الإلياوى (٤٩٥؟-٤٣٠؟ ق.م.). غير أن الأرجح أنه تأثر به فقط كما تأثر بمعلم زينو بارمينيدس (ولد ٥١٥؟ ق.م.). ومن المفهوم ضمنيًا فى "مفارقات زينو" فكرة أن المادة يمكن أن تنقسم إلى ما لا نهاية، ولكن لوسيبوس كان يؤكد أن خاصية الانقسام لا تستمر إلى ما لا نهاية. وطبقًا لرأى لوسيبوس ثمة كائنات دقيقة لا يمكن رؤيتها عند أصغر مستوى للوجود.

وعندما نستخدم كلمة "ذرة" (atom) يتوجب أن نؤكد على أن فهم لوسيبوس للذرات كان مختلفًا عن فهم الجسيمات الذرية عند الفيزيائيين المحدثين ليس فى الدرجة فحسب وإنما أيضًا فى النوعية. ولم تكن لديه فكرة عن العناصر - ولا حتى الفكرة البدائية للعناصر الأربعة، مثل النار والماء وغيرها. فبالنسبة له ولكل مفكرى زمانه، كل المواد تتكون من نفس المادة، والذرات المفردة تختلف فقط فى موقعها وربما فى أشكالها.

وبالرغم من ذلك، حقق لوسيبوس آفاقًا جديدة بتوصله إلى القابلية للانقسام فى الطبيعة، فالعلماء حتى ذلك الوقت لم يروا إلا كتلة غير متمايزة. وتبرز أهمية إنجازاته إذا نُظر إليها فى ضوء النزعة الإغريقية لاعتبار أن الفضاء الخالى هو العدم، الذى يخلو من أية محتويات. ولهذا السبب، على سبيل المثال، كان المعمار الإغريقى يتجنب القوس الذى يبدو أنه يضع ثقلاً على الفراغ وليس على المادة المادية وهى الحجر الذى

يحيط بالفراغ. غير أن ثيوفراستوس يقرر أن لوسيبوس كان يرى أن كلاً من المادة والخواء لهما وجود.

ويقال أن لوسيبوس قد صنف كتابين هما "النظام العالمى الكبير" و"حول العقل". وفى الحقيقة، لم يتبق من أيهما إلا شذرات، ومن خلال أعمال آخرين. وفى تعليقاته على كتابات لوسيبوس، أشار ديوجينيس ليرتيوس (Diogenes Laertius) (القرن الثالث م) إلى أن "النظام العالمى الكبير" يقدم علم كونيات يناقش خلق العوالم. وكتب ديوجينيس أن لوسيبوس كان يرى أن العوالم قد خُلقت بفضل تكتل ذرات كبيرة فى المركز؛ وهو تفسير يبدو بشيراً بقانون الجاذبية.

تمتع لوسيبوس ومعه ديموكريتوس بسمعة عن بصيرة علمية مذهلة، فقد توقعا موضوعات فى فيزياء القرن العشرين قبله بما يربو على ٢٥٠٠ سنة. ولعل لوسيبوس لو قدر له أن يشهد ما تكشف لما اعتبر الاكتشافات اللاحقة مفاجأة؛ ففى الاقتباس المباشر الوحيد الباقى للمعلم يؤكد أن "لا شىء يحدث عبثًا، ولكن كل شىء له سبب وضرورة".

جدسون نايت

مارشيانوس كابيلا عالم رومانى من شمال إفريقيا
(القرن الرابع - ؟ القرن الخامس م)

اشتهر مارشيانوس كابيلا لسبب وحيد هو تأليفه لكتاب "زواج عطارد وعلم فقه اللغة" (De nuptiis philologiae et Mercurii)، والذى عُرف أيضًا بأسماء أخرى مثل "ساتيريكون" و"ديسيبلينى". وهى حكاية رمزية تتعلق بالآداب والعلوم، وقدر للكتاب أن يكون له تأثير هائل على المعارف فى العصور الوسطى.

كان مارشيانوس من مواطنى مادورا فى نوميديا (فى الجزائر الآن)، وهى ذات المدينة التى وُلد فيها الفيلسوف لوسيوس أبوليوس (Lucius Apuellus) (١٢٤؟-١٧٠؟م) قبله بثلاثة قرون. وبعد أن انتقل مارشيانوس إلى قرطاجنة (فى تونس الآن) اشتغل بالمحاماة وتزوج. ثم أنجب ولداً أسماه ماريانوس وأهدى إليه الكتاب.

فى زمن مارشيانوس اجتاح الوندال شمال إفريقيا، ويبدو أنه كافح وأسرته فى سبيل المحافظة على بعض مظاهر الحياة الطبيعية فى قرطاجنة؛ ولذلك فمن اللافت للنظر أنه اعتزم أن يؤلف نظرة موسوعية عامة عن الحضارة المتسامحة التى سادت عصره، ولا شك أن من أسباب ذلك كان أنه قد وقع مؤخراً تحت أخطار شديدة.

اختار مارشيانوس لعرض فكرته، التى كتبها فى مزيج من النثر والشعر، قصة يتزوج فيها الإله عطارد من عذراء تسمى فيلولوجيا (دراسة الأدب). تلقت العروس يوم زفافها هدية عبارة عن سبعة عبيد، كل واحد منهم يمثل أحد الفنون الحرة: النحو والجدلية والخطابة والهندسة والحساب والفلك والتوافق. وفى أزمنة أقدم كانت مجالات التعليم أوسع من ذلك، ولكنها تقلصت فى عصر مارشيانوس حتى اقتصرت على تلك السبعة. وبقيت تشكل الموضوعات الرئيسية للدراسة طوال العصور الوسطى، ويعود إليه الفضل فى ذلك بصورة جزئية.

أما من حيث الأهمية العلمية، نجد أن كتاب "زواج عطارد وعلم فقه اللغة" لا يكتفى بمناقشة الفلك ولكنه يتطرق إلى علوم الكونيات والجغرافيا والتنجيم. كما يناقش أيضًا عدداً من المجالات الرياضياتية: المنطق والتوافق (الذى يشمل الدراسة الرياضياتية للموسيقى)، وكذلك الهندسة والحساب. ولم يقدم إلا القليل من الفكر الأصلى الخلاق، وبدلاً من ذلك لخص مارشيانوس العلوم التى انحدرت إلى زمانه من أزمنة سابقة أقل استنارة.

أثناء تأليفه للرواية، التى انتقلت من حفل الزفاف إلى شرح العلوم المختلفة، سعى مارشيانوس إلى تقليد أبوليوس، ولكنه بغير قصد منه، خلق نوعًا جديدًا من الأدب. فأبوليوس كان يكتب الروايات الرمزية التى فيها تمثل الشخصيات أفكارًا، ولكن تلك الشخصيات كان بها قدر من الحياة جعلهم مماثلين لشخصيات الأدب البحت. وعلى النقيض من ذلك، قدم مارشيانوس عبيده السبعة كتجريديات خالية من الحياة، وبهذا قدم نموذجًا للعديد من الروايات الرمزية فى العصور الوسطى. (وصل هذا النمط إلى ذروته فى رواية "تقدم الحاج" (Pilgrim's Progress) لجون بنيان (John Bunyan) التى كُتبت بعد مارشيانوس بأكثر من ألف عام).

وعلى الرغم من السمة الوثنية التى اتسمت بها الرواية دون خجل - وهى سمة غير اعتيادية بالنظر إلى أنها كُتبت بعد مرور زمن طويل على انتصار المسيحية على الديانة الرومانية - إلا أن "زواج عطارد" صارت واقعيًا مطلوبة للقراءة فى مدارس المسيحية الغربية، وبقيت كذلك من القرن السادس حتى فجر العصر الحديث. وفى تلك الأثناء انطبع بقوة تقديمها للآداب السبعة فى الضمير الغربى لدرجة أن وصف مارشيانوس لصورها الجسدية صار نموذجًا للتماثيل التى تمثل الفنون فى الكنائس فى كل أرجاء أوروبا. وكتبت شخصيات عديدة لها أهميتها فى تاريخ العلم، من بينهم جون سكوتوس إريجينا (John Scotus Erigena) (٨١٠؟-٨٧٧؟م) وألكساندر نكمان (Alexander Neckam) (١١٥٧-١٢١٧م) وغيرهما، كتبوا تعليقات على "زواج عطارد".

جدسون نايت

هيبارخوس (Hipparchus) فلكى وجغرافى ورياضياتى إغريقى

(١٨٠- ح ١٢٦ ق.م.)

كثيرًا ما يوصف هيبارخوس بأنه أعظم فلكيى العالم القديم، ويطلق عليه أحيانًا هيبارخوس النيقياوى أو الرودسى. فقد اكتشف مبادرة الاعتدالين، وحدد أطوال

الفصول الأربعة في الأرض، ودرس التحركات الشمسية السنوية، وبحث في بعد الشمس والقمر عن الأرض. كما كان أيضًا أول شخص يستخدم خطوط الطول والعرض في محاولة منه لتحديد المواقع على الأرض تحديداً بالغ الدقة. ويضاف إلى ذلك أنه فَهْرَسَ خطوط الطول والعرض، وشدة سطوع ما يقرب من ٨٥٠ نجماً، وصنع بذلك أكثر قوائم النجوم اكتمالاً، الأمر الذى لم يفعله أحد من قبله.

ولد هيبارخوس حوالى سنة ١٨٠ ق.م. فى نيقيا بمنطقة بيثينيا (فى الأناضول)، وأمضى الجانب الأعظم من حياته كفلكى فى رودس (واحدة من الجزر الإغريقية)، ولعله يكون قد أمضى بعض الوقت فى الإسكندرية بمصر. ورغم أنه لم يتبقَّ إلا كتاب واحد من كتبه الأربعة عشر، إلا أن كتاب المجسطى، وهو الكتاب الأشهر لبطليموس، قد استعرض كتاب أراتوس "ظواهر" (Phaenomena) وأتى على ذكر إسهامات هيبارخوس فى الرياضيات والفلك والجغرافيا.

كان الإسهام العلمى الرئيسى لهيبارخوس هو اكتشافه لمبادرة الاعتدالين. فقد قارن بين رصده لمسار الشمس فى سماء الأرض بأرصاد مماثلة تمت سنتى ٢٨١ و٤٣٢ ق.م. ولاحظ أن المسار ينحرف من سنة لأخرى، ويقطع خط الاستواء السماوى فى مواقع مختلفة قليلاً. ويعرف هذا الانحراف بمبادرة الاعتدالين. ومن تلك المعطيات تمكن هيبارخوس من استنتاج طول السنة وكان استنتاجه صحيحاً فى نطاق ٦,٥ دقيقة.

اعتمد هيبارخوس فى الجانب الأعظم من عمله على حسابات رياضياتية مروية غير مدونة وعلى "جدول الأوتار" الذى ابتكره. وكان هذا الجدول، وهو البشير بجيب الزاوية المستخدم فى الهندسة الحديثة، أساسيًا فى تقديراته لمواقع النجوم والكواكب. كما لعبت مهاراته الرصدية دوراً مهمًا فى دراساته. فباستخدام نتائج أرصاده الشخصية والأرصاد التاريخية لخسوفات القمر استطاع هيبارخوس أن يقدم تفسيراً رياضياتيًا للحركة الظاهرية للقمر كما يُرى من الأرض. ولكى يتوصل إلى حركات الشمس الظاهرية قام بقياس الفترة الزمنية من الاعتدال الربيعى إلى انقلاب الشمس

الصيفى، ومن الأخير إلى الاعتدال الخريفى. كان ذلك العمل مفيداً بصفة خاصة وقتئذ عندما كان الفلكيون ينظرون إلى الأرض بوصفها مركز كون كروى الشكل. ويضاف إلى ذلك أن هيبارخوس استغل مهاراته الرياضياتية فى تحديد الحجم التقريبى للشمس والقمر، وكذلك بعدهما النسبى عن الأرض. وفى الوقت الذى قَدَّر حجم الشمس فيه بأقل كثيراً من حجمها الحقيقى إلا أن تقديره لقطر القمر اختلف عن الحقيقة بأقل من ٨٠٠ كيلومتر.

وفى عمله الآخر أراد هيبارخوس أن يوسع من نطاق تطبيقات خطوط الطول والعرض بحيث يتمكن من وضع خرائط لكل من المواقع النجمية والأرضية. فجمع جدولاً لمواقع ما يقارب ٨٥٠ نجماً مُحَدَّداً درجة سطوعها مستخدماً مقياساً لشدة الاستضاءة شبيهًا بالمقياس المستخدم اليوم. وصار هذا الجدول المرجع المعيارى. غير أنه بالنسبة للأرض كان هيبارخوس أقل نجاحًا. فعلى الرغم من أنه حسب قيمة للقياس التقريبى لدرجة طولية أو عرضية واحدة إلا أنه عجز عن تطوير نظام أرضى عملى.

ويعتبر عمل هيبارخوس، بالنسبة لعلماء المستقبل، شهادة بأهمية الرصد الفلكى الدقيق، ونقطة انطلاق فى نشأة حساب المثلثات، وبرهانًا على أن الرياضيات والرصد يمكن أن يجتمعا للقيام باكتشافات مهمة.

لزلى أ. ميرتز (LESLIE A. MERTZ)

هيراكليدس البونتى (Heraklides of Pontus) فيلسوف وفلكى إغريقى (٣٨٨–٣١٥ ق.م.)

كان هيراكليدس البونتى واحداً من عديد من العلماء الأوائل الذين أتوا من بلاد اليونان القديمة. وقد أجرى، بوصفه فلكيًا، العديد من الأرصاد المهمة فى حياته، ولعله

من أوائل من اقترحوا أن بعضًا من الكواكب الأخرى (ربما لم تكن الأرض من بينها) تدور حول الشمس. وكان ذلك ابتعاداً جوهريًا عن فكر تلك الأيام، وفى الحقيقة، لم تتم إعادة اقتراح تلك الأفكار حتى أيام نيكولاس كوبرنيكوس (١٤٧٣-١٥٤٣).

وعلى شاكلة العديد ممن ولدوا على مدى الألفى عام السابقة، لا يكاد يُعرف شيء عن حياة هيراكليدس المبكرة. وفى الحقيقة، لا يُعرف أى شيء عن حياته بالمرة، باستثناء بعض ملاحظاته الكونية.

ومن الجلى، إضافةً إلى تأملاته فى الفلسفة، أن هيراكليدس أمضى جانبًا كبيرًا من حياته يراقب السماوات ويرسم مواقع الكواكب فيها. وكان علم الكونيات، وهو دراسة نشأة الكون وتركيبته، مجالاً مهما من مجالات التأملات الفلسفية عند قدماء الإغريق، وحاول هيراكليدس أن يجعل أرصاده منسجمة مع الإطار الكونى فى عصره، وهو أن الأرض هى مركز الكون وكل شيء يدور حول الأرض.

واليوم، يبدو علم الكونيات هذا، ويطلق عليه "المتمركز حول الأرض"، يبدو سخيفًا. غير أننا نضع هذا التقدير من منظور قرون عديدة من الرصد العلمى بآلات ونظريات لم يكن هيراكليدس بقادر على تخيلها، ناهيك عن استخدامها. ولا يمكن أن نخطِّئ قدامى الإغريق لتصورهم كونًا منبنيًا على الرصد بواسطة أكثر آلاتهم العلمية تعقيداً ألا وهى العين المجردة. وما تشاهده العين هو حلقة لانهائية من النجوم والكواكب تشرق من الشرق وتمر فوق الرؤوس ثم تغرب فى الغرب. وليس بمستغرب أن كثيرين كانوا يؤمنون لأمد طويل أن الكون يدور حولنا، وبخاصة مع عدم فهم الجاذبية، كان الكثيرون مقتنعين بأن الأرض لو كانت تدور لقذفت بالجميع إلى الفضاء.

غير أنه يبدو أن هيراكليدس كان مهتمًا بحقيقة أن الكواكب تتحرك أمام خلفية من النجوم الثابتة. ولنتأمل ما يزيد على ٢٠٠٠ نجم تُشَاهَدُ بوضوح فى أى وقت فى السماء المظلمة، وحوالى ٦٠٠٠ نجم أو نحو ذلك تشاهَد بوضوح على مدار السنة. وكل تلك النجوم تبدو ثابتة فى السماء؛ وعلى مدى حياة بشرية (وعلى مدى عدة حيوات

بشرية) تبقى لا تتحرك بالنسبة لبعضها البعض. ومن بين كل تلك النجوم ليس هناك إلا خمسة منهم تشاهَد وهى تتحرك، وهى عطارد والزهرة والمريخ والمشترى وزحل.

ويبدو أن الإغريق ولدوا لكى يخمنوا، وليس بغريب أن يحاولوا التوصل إلى سبب أن هذه "النجوم" الخمسة فقط هى التى تتحرك. وعلى مدى القرون التالية ابتُلِى عديد من العلماء المبكرين بالتفكير فى هذه المعضلة، وظهرت أكثر من أى وقت مضى نظريات مفصلة لمحاولة تفسير تلك الظاهرة. وكان هيراكليدس أول من اقترح أن الزهرة وعطارد فى الحقيقة يدوران حول الشمس وليس حول الأرض. وبهذا حقق طفرة فكرية ذات أبعاد مذهلة؛ لأنها كانت مختلفة اختلافًا بينًا عما تشاهده العين.

ويبدو أن هيراكليدس قد قصر تنظيره على الكواكب الأقرب إلى الشمس من الأرض، وحركتها أسهل فى تتبعها بالتأكيد. وهذان الكوكبان، أى الزهرة وعطارد، لا يظهران إلا فى الصباح أو المساء، وعادة ما يكون كلاهما أقرب إلى الشمس فى السماء. وحركتها عبر السماء أبسط بكثير من حركة الكواكب الخارجية. ورغم كل ذلك كان اقتراح هيراكليدس ثوريا، بدرجة أنه لم يؤيده أحد لما يقرب من ألفى عام.

مات هيراكليدس حوالى سنة ٣١٥ ق.م.، ويبدو أن أفكاره لم تترك أثرًا أثناء حياته. غير أنها ألهمت كوبرنيكوس الذى جاء فى كتابه، الذى قدم فيه كونًا متمركزًا على الشمس، ذِكْرُ هيراكليدس بسبب أن أعماله أيدت أبحاثه هو. والقليل من العلماء من يطمع فى أكثر من ذلك.

ب. أندرو كرم

شخصيات تستحق الذكر

أرسطو (Aristotle) (أرسططاليس) (٣٨٤-٣٢٢ ق.م.)

فيلسوف يونانى يعتبر أشد فلاسفة العلوم القدامى تأثيراً. كتب أرسطو نصوصاً تأسيسية فى الفيزياء والفلك والأرصاد الجوية وعلم النفس وعلم الأحياء (البيولوجيا). كان تلميذاً لأفلاطون وعضواً فى الأكاديمية، وتناقضت كتاباته أحياناً مع أفكار معلمه، وأسس مركزاً منافساً للتعليم هو "الليسيوم" (Lyceum) . وقد أظهر المفكرون اللاحقون توقيراً لكلمات أرسطو ونسخوها وراجعوها، وأسبغوا عليها صبغة مسيحية، وشوهوها، وفى نهاية المطاف انتقدوها ونَحَّوْها جانبًا فى أخريات عصر النهضة. كما كتب أيضًا فى موضوعات شتى عديدة منها الخطابة والسياسة والأخلاق.

أريابهاتا الأكبر (Aryabhata the Elder) (٤٧٦-٥٥٠ م)

فلكى ورياضياتى هندى أسهم كتابه "أريابهاتيا" فى استهلال فترة من تزايد الفضول العلمى فى بلده. اقترح أريابهاتا سببًا لتفسير كون النجوم والكواكب تبدو كأنما تدور حول الأرض وهو أن الأرض فى واقع الأمر تدور حول محورها، وهى فكرة سبقت عصرها بألف عام بالضبط. كما قرر أن القمر والكواكب تعكس الضوء ولا تولده، وأن مدارات الكواكب بيضاوية وليست دائرية. ويضاف إلى ذلك أن أريابهاتا قدم تفسيراً دقيقًا لأسباب كسوف الشمس وخسوف القمر، متخليًا بذلك عن الخرافة السائدة بأن تلك الظواهر يسببها شيطان اسمه راهو.

إراتوسثنيز السيريني (Eratosthenes of Cyrene) (٢٧٦-١٩٤ ق.م.)

فلكي ورياضياتي يوناني كتب في الجغرافيا والرياضيات والفلسفة والجيولوجيا وتزمين الأحداث والنقد الأدبي، وإن لم يتبق مما كتب إلا شذرات. درس إراتوسثنيز في أثينا وأصبح رئيس مكتبة متحف الإسكندرية. وابتكر نظامًا للترتيب الزمني للأحداث بناه على سقوط طرواده، وكان حجة في الكوميديات القديمة، وأدخل استخدام الرياضيات في مجال الجغرافيا. وقدر حجم الكرة الأرضية من الظلال الساقطة في أوانٍ، واخترع طريقة مبسطة للتوصل إلى الأعداد الأولية (غربال إراتوسثنيز).

أفلوطين (بلوتينوس) (Plotinus) (٢٠٤؟-٢٧٠ م)

فيلسوف يوناني نُشرت كتاباته بعد وفاته في ستة كتب وأُطلق عليها اسم "الإينيادة" (Enneads) . تعلم أفلوطين في الإسكندرية ثم ذهب ليُعَلِّمَ في روما. وأعادت كتاباته تفسير أفكار أفلاطون، مما جعل كثيرًا من المفكرين اللاحقين يسيئون فهم الكتابات الأصلية. وأصبحت أفكار أفلوطين وأتباعه تعرف باسم الأفلاطونية الحديثة، وتبنت الكنيسة المسيحية المبكرة بعضًا من أفكارهم. حاول، دون نجاح، أن يؤسس مدينة نموذجية أسماها أفلاطونوبوليس.

أمبروسيوس ثيودوسيوس ماكروبيوس (Ambrosius Theodosius Macrobius) (٣٩٦-٤٢٣م)

فيلسوف روماني من فلاسفة الأفلاطونية الحديثة من أصول يونانية اشتهر بكتابه "ساتورناليا" (Saturnalia) وتعليقاته على "حلم سكيبيو" (Insomnium Scipionis) الذي

ورد فى كتاب شيشيرون "الجمهورية" (De republica) وكانت تعليقاته عبارة عن خلاصة موسوعية للتفسير الأفلاطونى للعلوم الأرضية والسماوية. ومن بين الموضوعات العديدة نجد أن موضوع الطبيعة السماوية لدرب اللبانة هو مثال مناسب لنقاش مطول جاء فيه ذكر أفكار ديموكريتوس والرواقى بوسيدونيوس وثيوفراستوس تلميذ أرسطو. وكان مصدرًا مهما للفكر والآراء العلمية الأفلاطونية واستمر كذلك حتى العصور الوسطى.

أناكسيمينيس المليطى (Anaximenes of Miletus؟) (٥٧٠- ٥٠٠؟ ق.م.)

فيلسوف يونانى اعتقد أن كل الأشياء مصدرها لانهائى وأن الهواء هو العنصر الأساسى الذى نشأ منه كل شيء آخر. وطبقًا لما قرره أناكسيمينيس، فإن الهواء خفى وغير مرئى عندما يتوزع بالتساوى، وعندما يتكثف يتحول إلى ماء؛ فإذا ما اشتد تكثفه تحول إلى تراب. وكان يعتبر أن النار هواء مخلخل. كان أناكسيمينيس يبحث عن الأسباب الطبيعية لظواهر مثل قوس قزح بدلاً من تقبل التفسيرات الخارقة للطبيعة. ولعله كان تلميذًا لأناكسيماندر، أو على الأقل اطلع على كتاباته.

أندرونيكوس الكرستيسي (Andronikos of Kyrrhestes) (القرن الأول ق.م.)

صانع ساعات يونانى بنى برج الرياح فى أثينا، وهو ساعة مائية مع ساعة شمسية ومؤشر لاتجاه الرياح، كل ذلك فى مبنى مثمن الأضلاع. كما كان البرج يبين أيضًا فصول السنة والتواريخ التنجيمية. ولا يزال المبنى موجودًا وهو واحد من الأمثلة القليلة على العمارة الكورنثية فى بلاد اليونان القديمة. وفى زمن لاحق أضيفت نقوش إلى المبنى، ولكن الساعة وجهازها زالت من الوجود.

أوجستين من هيبو، سانت (Saint Augustine of Hippo) (٣٥٤-٤٣٠ م)

خطيب تونسى وأسقف مسيحى هيمنت آراؤه الدينية والفلسفية على فكر العصور الوسطى وأثرت تأثيراً عميقًا على تطور العلوم الغربية. قرر أوجستين أن الكون تكون وفقًا لنظام وشكل وعدد حدده خالق ذكى ولذلك فهو واضح ومفهوم. وعزز ذلك مفاهيم الأفلاطونية الحديثة بشأن ترييض الطبيعة [أى وضع أسس رياضياتية لها] وهو الأمر الذى أصبح محوريًا فيما بعد فى الثورة العلمية فى القرن السابع عشر. ومهدت تأكيدات أوجستين على معنى التاريخ الإنسانى وتوجهاته الطريق للتفكير التطورى، وهو فهم الأمور وفقًا لنشأتها والجذور المسببة لها.

أوريجِن، أو أوريجينيس أداماتتيوس Origen, (Oregenes Adamantius) (١٨٥؟-٢٥٤ م)

فيلسوف سكندرى ولاهوتى مسيحى كان واحدًا من أوائل الآباء الفكريين للكنيسة اليونانية. كان أوريجِن يهدف إلى دمج استيعاب شامل للعلوم الهللينستية فى قالب تفسيرات مسيحية. وعَرَّف علم الكونيات المسيحى بناء على الأصول الإيمانية لكونيات أفلاطون، خلق فيه الرب سلسلة غير محدودة من عوالم لانهائية شاملة، ومتبادلة فيما بينها، يكون فيها العالم المرئى مجرد مراحل تجاه عملية كونية سرمدية. وكان على دراية جيدة بالنظرية الفلكية الإغريقية، التى أدمجها فى تعليق على "سفر التكوين".

أولِمبيودوروس السكندرى (Olympiodorus of Alexandria) (القرن السادس الميلادى)

فيلسوف يونانى من فلاسفة الأفلاطونية الحديثة من المدرسة الأثينية، وكان، مع جون فيلوبونوس، من تلاميذ أمونيوس هيرمى. انضم أولِمبيودوروس إليهما فى القيام بما يعتبر أول تعليق نقدى على العلوم الأرسطالية. وقد كتب تعليقًا مسهبًا عن

"الأرصاد الجوية" (Meteorologica) خالف فيه رأى أرسطو عن درب اللبانة الذى أبداه من الأرض بدعوى اختلاف المنظر عن الزاوية التى اعتادها. كما أبدى أيضًا تفهمًا لموضوعات بصرية متعددة مثل قواعد انكسار الضوء، وأهمية قطرات السحاب عند مناقشة نظرية أرسطو عن قوس قزح.

أولوس جِليوس (Aulus Gellius) (١٢٣؟–١٧٠ م)

كاتب ومحام رومانى أمضى سنة فى أثينا يجمع معلومات لتأليف كتاب "ليالى أثينية" (Noctes Atticae)، وهو خلاصة وافية تتناول الحضارة والمعارف القديمة. والمجلد مكون من ٢٠ كتابًا، بقيت كلها عدا جزء من كتاب واحد، وهو مثال للكتاب الرومانى العادى عن المعلومات العامة القديمة. اشتهر الكتاب لجمعه لمقتبسات من أعمال قديمة ضاعت، ويحوى أيضًا استعراضًا عامًا مهما إلى حد ما عن معارف خاصة بالعلوم الطبيعية شملت الفيزياء والظواهر الطبيعية والفلك.

بروتاجوراس الأبديرى (Protagoras of Abdera) (ح ٤٩٠– ح ٤٢١ ق.م.)

سفسطائى إغريقى قال: "الإنسان هو مقياس كل الأشياء"، بمعنى أن كل الأحاسيس صحيحة والإنسان وحده هو القادر على الحكم على نوعية أحاسيسه. ووفقًا لبروتاجوراس، يتكون العالم الظاهرى من سمات متناقضة. فعندما يحس شخص بأن شيئًا ما بارد بينما يحس شخص آخر بأن نفس الشىء دافئ فكلاهما على حق لأن الشىء يحوى السمتين. وقد استُمِدت التجربة النوعية من إحساسهما الانتقائى للسمات التى تتعايش فى المادة.

بوثيوس، أنيسيوس مانليوس سفرينوس (Anicius Manlius Severinus Boethi us) (؟٤٨٠- ؟٥٢٥م)

رياضياتي وفيلسوف رومانى ترجم العديد من النصوص اليونانية إلى اللاتينية فى مجموعات موسوعية كبيرة. وكانت تلك المجموعات هى كل ما تبقى من المعارف الإغريقية القديمة فى أوروبا حتى تمت ترجمة النصوص العربية إلى اللاتينية بعد زمنه بقرون. وقد أسهم بوثيوس فى تعريف تصانيف التعليم (المعروفة باسم الفنون الثلاثة trivium والفنون الأربعة quadrivium) التى بقيت طوال العصور الوسطى. وكان بوثيوس أرستقراطيًا رومانيًا ولعله درس فى الإسكندرية أو أثينا، وحُكم عليه بالإعدام بعد تورطه فى سياسات البلاط.

بوزيدونيوس الرودسى (Posidonius of Rhodes) (ح ١٣٥- ح ٥١ ق.م.)

فيلسوف رواقى وفلكى أجرى تحسينات على تقدير هيبارخوس (ح ١٧٠- ح ١٢٠ ق.م.) لبعد الأرض عن الشمس. كما اختلف أيضًا مع الحسابات الممتازة لإيراتوستثنيز (ح ٢٧٦- ح ٢٩٤ ق.م.) الذى قرر أن قطر الأرض الزوالى هو ٢٥٢٠٠٠ ستاد. وكان لرقم بوزيدونيوس الأضعف والأصغر (١٨٠٠٠٠ ستاد) تأثير مشجع لكريستوفر كولمبوس وشجعه على أن يشرع فى رحلته الاستكشافية. كان بوزيدونيوس أيضًا أول من لفت الأنظار إلى المد والجزر الذى يحدث فى الربيع والمد والجزر المحاقى (الذى يحدث فى الربعين الأول والثالث من عمر القمر). وعلى صعيد أكثر فلسفية، أكد بوزيدونيوس على الجانب النظرى للمعارف العلمية.

بومبونيوس ميلا (Pomponius Mela) (اشتهر ح ٤٤ م)

جغرافى رومانى لا يزال نظام المناطق الخمس الحرارية الذى وضعه معمولاً به حتى اليوم. فقد وضع ميلا نظامه هذا سنة ٤٤ م فى كتابه "دى سيتو أوربيس"

(De situ orbis)، وهو عمل جغرافى ترك تأثيرًا عميقًا. قَسَّمَ الكتاب الأرض إلى شمال قارس البرودة، وشمال معتدل، وشمال شديد الحرارة، وجنوب معتدل، وجنوب قارس البرودة، وترك الكتاب أثرًا كبيرًا فيما بعد على أعمال بلينى الأكبر (ح٢٣-٧٩م) وآخرين. وبخلاف الكثير من مؤلفات العصر القديم، استمر أثر هذا الكتاب إلى الأزمنة الحديثة.

بهاسكارا الأول (Bhaskara I) (ح ٦٠٠- ح ٦٨٠ م)

رياضياتى وفلكى هندى كتب عددًا من النصوص فى موضاعات تتعلق بهذين الفرعين من العلم. ويتناول كتابه "ماهابهاسكاريا" (Mahabhaskariya) مواقع الكواكب وعلاقاتها ببعضها وكسوفات الشمس وخسوفات القمر، وشروق وغروب الشمس والقمر والهلال القمرى. أما كتاب "أريابهاتيابهاسيا" (Aryabhatiyabhasya) (٦٢٩م) فهو تعليق على كتاب "أريابهاتيا" تأليف أريابهاتا (٤٧٦-٥٥٠م) الذى كان بهاسكارا من أتباعه.

تشن زهو (Chan Zhuo) (اشتهر ح ٣٠٠ م)

فلكى صينى اشتهر بخريطة النجوم التى وضعها. فى حوالى سنة ٣٠٠ م وضع تشن زهو خريطة جمعت بين ثلاث خرائط وضعها فلكيون صينيون فى القرن الرابع ق.م.، وهم شيه شن، وجان دى (كان تى)، و وو زين (وو هسيين).

ثِميستيوس (Themistius) (ح ٣١٧-٣٨٨ م)

معلم يونانى - رومانى يتجلى دوره فى الحفاظ على كتابات لأفلاطون (٤٢٧-٣٤٧ ق.م.) وأرسطو (٣٨٤-٣٢٢ ق.م.). أنتج ثِمستيوس عددًا من الأعمال اقتبس

فيها من فلاسفة أقدم بهدف جعل أفكارهم متاحة لأكبر عدد ممكن من القراء. والعديد من تلك الاقتباسات عادت إلى الظهور فيما بعد في العالم العربي، حيث تركت آثاراً باللغة أثناء العصور الوسطى.

جان دى (كان تى) (Gan De (Kan Te)) (اشتهر في القرن الرابع ق.م.)

فلكي صيني اشتهر بالجدول الذي وضعه للنجوم ودراساته للبقع الشمسية. وبجانب شيه شن و وو زيين (وو هسيين)، كان جان دى واحداً من ثلاثة علماء وضعوا جداول النجوم مستقلين عن بعضهم، وبعد قرون تم دمجها في خريطة واحدة للنجوم. أما دراسته للبقع الشمسية التي وصفها بأنها كسوفات تبدأ في مركز الشمس وتتحرك إلى الخارج، فقد كانت سابقة لدراسات مماثلة في الغرب بحوالي اثني عشر قرناً، فلم يحدث إلا سنة ٨٠٧ م أن ذكر العلماء الأوروبيون البقع الشمسية.

جمينوس الرودسي (Geminus of Rhodes) (اشتهر سنة ٧٠ ق.م.)

فلكي ورياضياتي إغريقي ألف كتابين بعنوان "مقدمة في الفلك" و "النظريات الرياضياتية". والأول مرجع مبسط في الفلك بُني على نظريات هيبارخوس (ح١٧٠-ح١٢٠ ق.م.). أما الكتاب الثاني فهو أكثر تفصيلاً ويحوي عرضاً لمبادئ العلوم الرياضياتية وشروحات لها. وفيه وضع جمينوس تعريفات دقيقة للمصطلحات الرياضياتية وتصنيفات لها بما في ذلك "فرضية" و"بديهية" و"مسلمات" و"خط هندسي" و"سطح" و"زاوية"، كما انتقد الفرضيات المتوازية لإقليدس (ح ٣٣٠- ح ٢٦٠ ق.م.).

جوليوس فيرميوس ماترنوس (Julius Firmius Maternus) (القرن الرابع الميلادى)

رومانى عمل كاتبًا عاما لدى قسطنطين الأكبر وعالمًا بالتنجيم. صنف عملاً تنجيميًا عنوانه "الرياضيات، أو قوة النجوم وتأثيرها" مكونًا من ثمانية أجزاء. ويحوى العمل مراجعة تفصيلية للتنجيم وأصبح مصدراً معياريًا موثوقًا به فى هذا الأمر حتى القرن السادس عشر.

حزقيال (Ezekiel) (اشتهر في القرن السادس ق.م.)

من أنبياء بنى إسرائيل، ووصف (حزقيال ١:٤-٢٨) رؤيا شاهد فيها عجلة تدور فى الهواء فُسِّرت بأنها تتنبأ بمحركات الاحتراق الداخلى. كما فُسِّرت أيضًا بأنها تصف زواراً للأرض من الفضاء الخارجى. تنبأ بالموت والخراب قبل أن يستولى نبوخذنصر الثانى على أورشليم، كما كان الزعيم الروحى لليهود أثناء نفيهم إلى بابل، وكان مصدراً للقوانين بعد أن استردت أورشليم استقلالها.

ديكايرخوس (Dicaearchus) (ح ٣٥٥- ح ٢٨٥ ق.م.)

فيلسوف يونانى كان أول من رسخ خطوط الطول كفكرة علمية. ففى حوالى سنة ٣٠٠ ق.م. لاحظ ديكايرخوس أن شمس الظهيرة تصنع زاوية متساوية مع سمت الشمس [ذروتها فى السماء] فى جميع المواقع على خط مستقيم من الشرق إلى الغرب فى أى يوم محدد. كان ديكايرخوس تلميذًا لأرسطو، وكتب فى عدد من الموضوعات، منها تاريخ بلاد اليونان حتى زمنه، وتركت أعماله أثرها على شخصيات لاحقة مثل سيسرو (شيشرون) (Cicero) (١٠٦-٤٣ق.م.) وبلوتارك (Plutarch) (٤٦؟-ح١٢٠ م).

ديوكليس (Diocles) (اشتهر فى القرن الثاني ق.م.)

رياضياتى إغريقى اكتشف، طبقًا لروايات العرب، مرآة القطع المكافئ الحارقة. تناول ديوكليس نظرية المرايا الحارقة الكروية منها وذات القطع المكافئ فى كتابه الوحيد الذى بقى وهو "حول المرايا الحارقة". غير أن تلك المقالة هى فى المقام الأول مجموعة من النظريات فى الهندسة المتقدمة. ومن بين ما جاء فيه حلان لمعضلة مضاعفة المكعب:

(١) مستخدمًا تقاطع قطعين مكافئين، و(٢) مستخدمًا قوسًا كرويًا يعرف باسم "السيسويد" (cissoid).

ديونيسيوس الأروباجيتى الزائف (Pseudo-Dionysius the Areopagite) (اشتهر ح ٥٠٠ م)

فيلسوف ولاهوتى، ربما كان راهبًا سوريًا ويعرف باسم ديونيسيوس الأروباجيتى الزائف (Pseudo)، لأنه كان يكتب تحت اسم مستعار هو اسم رفيق القديس بولس الذى جاء ذكره فى الإنجيل (أعمال الرسل ١٧:٣٤). كتب ديونيسيوس سلسلة من المقالات والخطابات اليونانية لكى يوحد صفوف الفلسفة الأفلاطونية الجديدة، التى كانت تؤمن بأن ثمة مصدرًا واحدًا نشأت منه كل أشكال الوجود، وأن الروح تنشد اتحادًا صوفيًا مع هذا المصدر، يوحدها مع اللاهوت المسيحى وتجربته الصوفية. وكان لكتاباته، مثل "الأسماء المقدسة" و"اللاهوت الصوفي"، تأثير واسع المدى على فكر العصور الوسطى.

زو يان (اشتهر ح ٢٧٠ ق.م.)

فيلسوف صينى ابتكر نظامًا مكونًا من خمسة عناصر: التراب والماء والنار والمعدن والخشب. وبات هذا النظام، الذى ارتبط بفكرة القوى المتضادة "ين ويانج"،

أساس المدرسة الصينية للطبيعة. وانتشرت تلك الأفكار بعد ذلك إلى كوريا ومناطق أخرى فى شرق آسيا.

زينو الإلياوى (Zeno of Elea) (؟٤٩٠- ؟٤٢٥ ق.م.)

فيلسوف يونانى وتلميذ لبارمينيدس اشتهر بسبب مفارقاته بصفة رئيسية، التى تصور طبيعة الحركة والزمن. ومن بين أشهر تلك المفارقات "أخيل والسلحفاة"، التى ترى أنه إذا فُرض أن أخيل وسلحفاة قد تسابقا، مع ترك السلحفاة الأبطأ فى سرعتها تبدأ السباق فإن أخيل لن يتمكن مطلقًا من اللحاق بها والتغلب عليها؛ لأنها ستواصل تقدمها عليه ولو بفارق ضئيل، طالما هى دائمة التحرك. وثمة مفارقة أخرى هى "السهم الطائر"، التى تشير إلى أن الحركة مستحيلة. ومنذ ذلك الحين انبهر العديد من العلماء بمفارقات زينو كما أصيب العديد منهم بالإحباط من جرائها.

سقراط (Socrates) (٤٧٠-٣٩٩ ق.م.)

فيلسوف يونانى ترك أثرًا بالغًا على الفكر النقدى اللاحق وعلى التطور الفكرى فى بلاد اليونان القديمة. لم يترك سقراط كتابات خاصة به، ومعرفتنا بأفكاره أتت من خلال تلاميذه، وأفلاطون على وجه الخصوص. ورغم عدم اهتمامه المباشر بما يمكن أن نطلق عليه العلم، إلا أن فلسفاته شكلت التطورات اللاحقة. وترتب على اهتماماته بالحياة الإنسانية، فى مقابل السماوات، أن أُجريت دراسات جديدة على العالم المادى. ولا يزال منهاجه الفلسفى - الذى يبدأ بفرضية محتملة، ثم بحث النتائج - ذا تأثير عميق. أدين بتهمة إفساد الشباب الأثينى بأفكاره، فانتحر.

سلوقوس السلوقى (Seleucus of Seleucia) (مات ح ١٥٠ ق.م.)

فلكى كلدانى خمن بأن المد والجزر يحدثان نتيجة لحركات القمر. ولد فى سلوقيا المدينة البابلية، وهو معروف اليوم بسبب أنه كان المؤيد الوحيد المعروف لنظرية أريستارخوس الخاصة بمركزية الشمس، مؤكدًا أنها تصف بدقة التركيب الفيزيائى للكون. وقد تقبل بوجه خاص تخمينات أريستارخوس التى تؤيد مركزية الشمس والدوران اليومى للأرض ولانهائية الكون.

سنيكا، لوسيوس أنايوس (Lucius Annaeus Seneca) (٤ ق.م.-٦٥ م)

فيلسوف رواقى وكاتب مسرحى رومانى كتب فى موضوعات متعلقة بالعلوم الطبيعية. تعلم فلسفة دمجت بين الرواقية والفيثاغورية الجديدة، وربما يكون قد درس العلوم الطبيعية وصنف كتابه "أسئلة فى الطبيعة" أثناء فترة نفيه من روما (٤١ م). ويطرح هذا العمل تساؤلات ثاقبة فى العلوم الطبيعية، وبخاصة الظواهر الأرضية، مما ينم عن فضول سنيكا حول الظواهر المناخية (قوس قزح والرعد والبرق وما شابهها)، والمذنبات والزلازل. وكان الكتاب من المصادر الشائعة فى العصور الوسطى وعصر النهضة بين العلماء المهتمين بتلك الظواهر. كان سنيكا ينظر إلى الدراسات العلمية بوصفها تدريبات دينية وأساسًا للفلسفة الأخلاقية، مما يتضح من ربطه بين الفيزياء والأخلاقيات.

سوسيجينيس (Sosigenes) (القرن الأول ق.م.)

فلكى يونانى كان من بين من استشارهم يوليوس قيصر بشأن إصلاحات التقويم. وترجح المصادر أن سوسيجينيس كان يستخدم حسابات فلكية مصرية قديمة، وأنه هو من أقنع قيصر بأن يعتمد سنة مكونة من ٣٦٥ يومًا مع سنة كبيسة كل أربع

سنوات. ولعله أيضًا اقترح جعل سنة ٤٥ ق.م. سنة مكونة من ٤٤٥ يومًا كى يعيد الفصول إلى مكانها الطبيعى فى التقويم. وربما يكون قد كتب ثلاثة كتب ولكن لم يتبق منها شىء.

شيه شن (اشتهر ح ٣٥٠ ق.م.)

فلكى صينى كثيرًا ما يُنسَب إليه صنع أول جدول للنجوم. ففى حوالى ٣٥٠ ق.م. رسم شيه شن أول خريطة تبين ما يقرب من ٨٠٠ نجم، وبعدها بقليل رسم كلٌّ من جان دى (كان تي) ووو زين (وو هسيين) خرائطهما الخاصة. وبعدها بما يربو على ستة قرون، جمع تشن زهو تلك الخرائط الثلاث فى خريطة واحدة للنجوم.

فيلولاوس الكروتونى (Philolaus of Crotona) (اشتهر فى القرن الخامس ق.م.)

فيلسوف فيثاغورى تركت أفكاره عن كون كروى الشكل تأثيرات عميقة على الفلك الإغريقى اللاحق. وطبقًا لما قرره فيلولاوس، يتكون الكون من كريات متراكزة فى مركزها نار مركزية لا يمكن أن تراها أعين البشر لأن الأرض كانت دائمًا تبتعد عنها. وتدور الأرض وأرض مضادة والأجرام السماوية الأخرى بما فيها الشمس، كلها تدور حول تلك النار المركزية.

كالسيديوس (Chalcidius) (القرن الرابع م)

عالم رومانى فى اللغة اليونانية كان واحدًا من قليلين يقومون بالترجمة من اليونانية إلى اللاتينية فى القرنين الثالث والرابع م، وأسهم فى تقديم جانب من المعارف اليونانية فى العلوم الطبيعية إلى الغرب. ترجم الجانب الأعظم من "تيمايوس" (وهى محاورة أفلاطون عن علم كونياته وبها مسحة من التوحيد المبدئى)

إلى اللاتينية وأضاف إليها أول تعليق على تلك المحاورة. وبقيت الترجمة الوحيدة إلى اللاتينية لمدة ثمانية قرون ومصدراً مهما للكونيات الإغريقية فى العصور الوسطى وعصر النهضة.

كِدِّينو (اشتهر ح ٣٥٠ ق.م.)

فلكى بابلى ربما يكون هو من ابتكر التقويم البابلى ذا التسع عشرة سنة، وكان من أوائل من أدركوا السرعات غير المنتظمة للشمس والكواكب. كان مديراً للمدرسة الفلكية فى مدينة سيبار، ولعله ابتكر النظام الذى تمكن البابليون بواسطته من الربط بين تقاويمهم القمرية والشمسية بإدماج الشهور الكبيسة على فترات محددة على مدى فترة ١٩ سنة. كما ابتكر أيضاً ما صار يُعرف لاحقاً باسم "النظام ب"، وهى الطريقة البابلية لوصف السرعات غير المنتظمة للأجرام السماوية. ويضاف إلى ذلك أن كِدِّينو أجرى حسابات طول الشهر السينودى (القمرى) وقرر أنه يبلغ ٢٩,٥٣٠٦١٤ يوماً، وهو رقم يكاد يكون الرقم الصحيح.

كريسيبوس السولى (Chrysippus of Soli) (ح ٢٧٩-٢٠٧ ق.م.)

فيلسوف يونانى من الرواقيين أدرك أن الصوت حركة موجات فى الهواء. تولى كريسيبوس الرئاسة الثالثة للرواق فى أثينا ويعتبر مؤسسه الثانى. وطبقاً لما قرره ديوجينيس ليرتيوس (Diogenes Laertius) كتب كريسيبوس ٧٠٥ كتاب، تناول ما يقرب من نصفها موضوعات المنطق واللغة. كان كريسيبوس يؤكد أن معرفة العالم تتم من خلال أعضاء الإحساس وأن التفرقة بين الإحساس الحق والتخيلات تتم بواسطة التأنى والتشاور.

كلينثيس الأسوسى (Cleanthes of Assos) (ح ٣٣١-٢٣٢ ق.م.)

فيلسوف يونانى من الرواقيين قام بحملات تحريض للرفض الشعبى ضد هيراكليدس البونتى (Heraklides of Pontus) (ح ٣٩٠- ح ٣١٠ ق.م.) وأريستارخوس الساموسى (Aristarchus of Samos) (ح ٣١٠- ح ٢٣٠ ق.م.) لادعائهم أن الأرض تدور حول محورها، واتهم أريستارخوس بانتهاك الحرمات وتدنيس المقدسات لاقتراحه كونًا يتمركز حول الشمس وتُزاح فيه الأرض عن موقعها الطبيعى كمركز للكون. وتركز إسهام كلينثيس فى فيزياء الرواقيين فى إدخاله فكرة التوتر (tonos).

كن شو تشانج (اشتهر ح ٥٢ ق.م.)

فلكى صينى صنع "مُحلَّقة" [آلة فلكية مؤلفة من حلقات تمثل مواقع الدوائر الرئيسية فى الكرة السماوية] أو حلقة استوائية تبين مواقع الدوائر المهمة فى السماء. وبعده بما يقرب من ١٣٠ سنة، سنة ٨٤ م، أضاف العالمان فو آن وتشيا كيو حلقة ثانية تمثل الكسوف والخسوف، وفى سنة ١٢٥ م أضاف تشانج هنج حلقتين أخريين تمثلان خط الزوال السماوى والأفق، وبهذا تكونت أول مُحلَّقة كاملة.

لوسيان الساموساتى (Lucian of Samosata) (١٢٠- ح ١٨٠ م)

كاتب هَجَّاء رومانى ولد فى سوريا وكتب أول حكايات عن رحلات إلى الكواكب الأخرى. وفى كتابيه "إيكارومنيبوس" (Icaromenippus) و"القصة الحقيقية" تخيل لوسيان رحلات إلى القمر وإلى الفضاء الخارجى. كما كتب عددًا من الأعمال التى تنتقد المحتالين ومن بينهم السحرة وألكساندر "صانع المعجزات" الذى هاجمه فى كتاب بعنوان "ألكساندر المدعى".

ماركوس مانيليوس (Marcus Manilius) (؟٤٨ ق.م.-٢٠م)

عالم روماني ذكر أهم مؤلفي كتب التنجيم والفلك في قصيدته المطولة "أسترونوميكون". وهي خلاصة وافية للأفكار التنجيمية والفلكية القديمة، منها تناول تفصيلي عن طبيعة درب اللبانة. وكانت تلك القصيدة أول عمل روماني في موضوع التنجيم وهدفًا شائعًا للترجمة من قبل المعلقين من المنجمين حتى أخريات القرن السابع عشر.

مليسوس الساموسي (Melissus of Samos) (القرن الخامس ق.م.)

فيلسوف يوناني من مدرسة بارمينيدس الإيلياوية (وتلميذه أيضًا في أغلب الظن) ولم يتبق من كتابه "حول الطبيعة والحقيقة" إلا شذرات. ويعكس النص المتبقي محاولة مليسوس لإدماج أفكار بارمينيدس مع الفلسفات الإغريقية المبكرة للمدرسة الإيونية. فقد انتقد المعرفة بالأحاسيس وقرر أن أفكار التغير والحركة والتعددية في الطبيعة هي أوهام. وعَرَّف "اللانهاية" بأنها تلك التي ليس لها "جسم" و"لا بداية أو نهاية".

منيلاوس السكندري (Menelaus of Alexandria) (ح ٧٠- ح ١٣٠ م)

فلكي ورياضياتي إغريقي - روماني كتب عددًا من الأعمال لم يتبق منها إلا واحد هو "الكرويات" (Sphaerica).وهي عمل يتناول المثلثات الكروية ويبحث، مثل غالبية أعماله، في تطبيق الرياضيات في الفلك. وقد تُرجمت عناوين مختارات من أعمال منيلاوس على النحو التالي: "حول معرفة الموازين وتوزيع الأجسام المختلفة"، وكتاب عن "المثلث"، وثلاثة كتب عن "عناصر الهندسة". وسجل بطليموس (ح١٠٠-١٧٠ م) أرصادًا فلكية أجراها منيلاوس في روما في ١٤ يناير سنة ٩٨م.

ميتون (Meton) (اشتهر فى القرن الخامس ق.م.)

فلكى أثينى أدخل التقويم القمرى - الشمسى المكون من ١٩ سنة والمعروف اليوم باسم الدورة الميتونية، وهى الفترة التى بعدها تتكرر أوجه القمر فى نفس اليوم من السنة. ولعله تأثر بدورة بابلية مماثلة، وكان ميتون يهدف إلى وضع نظام تقويمى ثابت لتسجيل الأرصاد الفلكية. وتعتبر أرصاده، التى قام بها يوكتيمون (Euktemon) حوالى سنة ٤٣٢ ق.م. أقدم أرصاد فلكية جادة قام بها الإغريق. كما سجل أيضًا نقاطًا تتعلق ببعد الأرض عن الشمس.

نابو - ريماني (اشتهر ح ٤٩٠ ق.م.)

فلكى بابلى يُعْزَى إليه فضل ابتكار ما صار يعرف باسم "النظام أ"، وهو مجموعة من الجداول التى تحدد مواقع الشمس والقمر والكواكب فى أى وقت معين. وكنتيجة لانعدام الدقة فى تلك الجداول كان على كِدِّينو (اشتهر ح٣٥٠ ق.م.) أن يصحح الطريقة القديمة فيما اصطلح المؤرخون على تسميته "النظام ب". قام نابوريمانى بحساب طول الشهر السينودى (أى من الهلال إلى الهلال) فوجده ٢٩,٥٣٠٦١٤ يومًا، وهو رقم صحيح حتى الرقم العشرى الثالث بالحسابات الحديثة.

هيراكليتوس الإفسوسى (Heraclitus of Ephesus) (اشتهر ح ٥٠٠ ق.م.)

فيلسوف يونانى يُعزَى إليه المذهب القائل بأن "كل الأشياء فى حال من التغير المستمر وليس هناك شىء ثابت". بمعنى أن العالم مكون من ضديات يترتب على حركتها الديناميكية وتوترها الدائم ثباتها الظاهرى من حولنا. ورغم أنها كثيرًا ما تُفسر بأنها تعنى أن كل شىء فى حالة تغير مستمر وبالتالى لا يمكن التعرف عليها،

إلا أن هيراكليتوس لم ينكر احتمالات التوصل إلى المعرفة بواسطة التجربة الإحساسية. بل على العكس من ذلك كان يؤكد أن التجربة الإحساسية، تحت إرشاد الفهم الصحيح، ضرورية لاكتشاف "العقل" الذى يكمن فى كل شيء ويفسر كل الأشياء.

وانج تشونج (٢٧-ح١٠٠م)

فيلسوف صينى علق على العديد من الموضوعات العلمية. ففى كتابه "لون-هنج"، انتقد وانج تشونج، الذى كان موظفًا سابقًا ترك الوظيفة لكى يتفرغ لمهنة الفلسفة، انتقد التفكير المؤمن بالخرافات. وفى تباعده عن المعتقدات التقليدية لم يكتف بمهاجمة التاوية بل هاجم الكونفوشيوسية أيضًا - وكانت وقتئذ عقيدة راسخة - من منطلق ينحو منحى العقلانية والنزعة الطبيعية. كما وصف أيضًا النفس الإنسانية بوصفها بناء آليًا بحتًا وليست روحانية.

وو زيين (وو هسيين) (اشتهر فى القرن الرابع ق.م.)

فلكى صينى رسم واحدة من أقدم خرائط النجوم. كان وو زيين واحدًا من علماء ثلاثة، والآخران هما جان دى وشيه شن، قاموا مستقلين عن بعضهم، برسم جداول أو خرائط للنجوم فى القرن الرابع ق.م. وبعدها بما يقرب من ٦٥٠ سنة، جمع تشن زهو (اشتهر ح٣٠٠ م) الخرائط الثلاث فى خريطة نجوم واحدة.

يودوكسوس الكنيدوسى (Eudoxus of Cnidus) (؟٤٠٠- ؟٣٤٧ ق.م.)

فلكى ورياضياتى إغريقى كتب فى الفلك والرياضيات ووضع القوانين للبلدة مسقط رأسه. حضر بعضًا من محاضرات أفلاطون وأسس مدرسته الخاصة، حيث

كان يحاضر فى الفلك واللاهوت والأرصاد الجوية. ولم يتبق من كتاباته إلا شذرات. وتشمل كتبه المفقودة "حول السرعات"، الذى ترك أثراً على نظرية أرسطو الكواكبية، وكتاب "دورة حول الأرض" الذى اقتبس منه بغزارة الجغرافيون اللاحقون.

سجل بالمراجع الأساسية

أبيقور. "الطبيعة" (De natura) (ح ٣٠٠ ق.م.). في هذا العمل ابتكر المؤلف تفسيرًا ميكانيكيًا للعالم بناه على النظرية الذرية لديموكريتوس. وتقبل فكرة أن كل الظواهر الطبيعية تنشأ بالذرات والخواء. والذرات صغيرة لدرجة عدم إمكانية إدراك وجودها، وهي على أشكال وأحجام مختلفة ومكونة من نفس المادة، ولانهائية في عددها، ولها حرية الحركة في الخواء. وتتباين السمات الإحساسية للأجسام المادية، مثل الطعم واللون والوزن، وفقًا لعدد الذرات المكونة، وترتيبها، ووجود فراغات بينها. ولم تترك هذه الصورة مجالاً للقوى فوق الطبيعية.

أريابهاتا الأكبر. "أريابهاتيا" (ح ٥٢٥ ق.م.). أسهم هذا العمل، الذي كُتِب في مقاطع شعرية، في انطلاق حقبة من الفضول العلمي في الهند. واقترح أريابهاتا أن السبب في أن النجوم والكواكب تبدو كأنما تدور حول الأرض هو أن الأرض في حقيقة أمرها تدور حول محورها، وهي فكرة سبقت زمانها بألف عام حرفيًا. كما أكد أيضًا أن القمر والكواكب تعكس الضوء ولا ينبع منها، وأن مدارات الكواكب بيضاوية وليست دائرية. وإضافة لذلك، قدم أريابهاتا تفسيرًا دقيقًا لأسباب كسوف الشمس وخسوف القمر، حل محل الخرافات السائدة بأن سبب ذلك شيطان يسمى راهو.

أريستارخوس الساموسي. "حول مسافات الشمس والقمر" (ح ٢٧٠ ق.م.). هذا هو العمل الوحيد المتبقي للمؤلف، والكتاب يتناول محاولات أريستارخوس لتحديد أقطار الشمس والقمر. وقد حدد أريستارخوس قطر القمر بملاحظة حجم ظل الأرض

الواقع على القمر أثناء خسوف للقمر، وقدر بأنه ثلث قطر الأرض. ورغم أن حججه الهندسية كانت سليمة إلا أن القياسات غير الدقيقة نتج عنها أن هذا التقدير كان أكبر قليلاً من حقيقته. ولكن تقديره أن قطر الشمس يبلغ سبعة أمثال قطر الأرض كان ممعنًا فى الخطأ، والرقم الصحيح هو أقرب إلى مائة مرة. وبالرغم من ذلك فإن حقيقة أن الشمس أكبر من الأرض قد تكون أوحت له باحتمال أن الأرض تدور حول الشمس، وهى فكرة ثورية.

أفلاطون. "تيمايوس" (ح ٣٥٠ ق.م.). فى هذه المحاورة، التى تجاهل فيها أفلاطون ديموكريتوس كليةً واستلهم أفكاره من الهندسة الفيثاغورية، اقترح أفلاطون أن ثمة خمسة أنواع مختلفة من الذرات الهندسية، تتطابق مع الجوامد الهندسية الخمس المثالية (التى لها أضلاع متساوية فى الطول والشكل، وزواياها جميعًا متساوية). وتتطابق أربع من تلك الجوامد مع الأخلاط الأربعة التقليدية - النار: رباعى السطوح، والتراب: المكعب، والهواء: الثمانى السطوح، والماء: العشرونى الوجوه - أما الخامس (ذو الاثنى عشر سطحًا) فيتطابق مع كل الكرة الكونية. وأسطح الجوامد الأربع الأولى قابلة للانقسام إما إلى مثلثات متساوية الأضلاع (للنار والهواء والماء) أو إلى مثلثات متساوية الساقين (للتراب). (وفيما يتعلق بالرمز الكونى المتخذ منه وحدة للكون وهو ذو الاثنى عشر سطحًا فهو لا يحتاج لأن ينقسم). وبذلك تكون "الذرات" الهندسية غير قابلة للانقسام، ولكنها تتجمع من مكوناتها المثلثية وتتفكك إليها، بوصفها العناصر الرسمية للكون غير القابلة للتغير وغير القابلة للانقسام، مع إمكانية تحول النار والهواء والماء كلٌّ إلى الآخر. غير أن أفلاطون، مثله فى ذلك مثل ديموكريتوس، يعزو السمات الثانوية إلى أحجام الذرات وأشكالها وحركتها وتفاعلاتها.

أناكسيماندر. "حول طبيعة الأشياء" (ح ٥٥٠ ق.م.). يُعتقد أن هذا العمل، وهو مفقود الآن، هو أول مقالة علمية. ففيه يصف أناكسيماندر الكون على أنه كروى والأرض لها مركز ثابت فى مركزه. وكان يقول إن الأرض ليس ثمة ما يدفعها لأن تسقط فى أى اتجاه معين لأنها على مبعدة مسافات متساوية من كل نقطة على أطراف الكرة السماوية. واستخدام التماثل فى النقاش كان أول رفض لفكرة أن الأرض تستند لشيء مادى.

أولوس جيليوس (Aulus Gellius) **"ليالى أثينية"** (Noctes Atticae)، (القرن الثانى م). خلاصة وافية للحضارات والمعارف القديمة، مكون من ٢٠ كتاباً ضاعت كلها عدا جزء من أحدها. وهو مثال لكتاب عادى عن المعلومات العامة فى العصور القديمة، واشتهر بما يحويه من اقتباسات من أعمال قديمة ضائعة وكذلك لاحتوائه على استعراض عام مهم لمعارف العلوم الطبيعية منها الفيزياء والظواهر الطبيعية والفلك.

إيزيدور الإشبيلى (Isidore of Seville) **علم أصول الكلام"** (ح ٦٠٠م). موسوعة هائلة الحجم لكل ما كان معلوماً وقتئذ فى العلم والتكنولوجيا، وكذلك يعطى صورة شاملة جامعة لأفكار تتناول التعليم واللاهوت وغير ذلك من موضوعات فى بواكير العصور الوسطى فى أوروبا. وظاهرياً يتناول الكتاب، كما يوحى العنوان، أصول الكلمات، ولكنه يشمل أيضاً تغطية لنظام التعليم الرومانى ويتناول شخصيات دينية، والخلافات، والجغرافيا السياسية، وصناعة القواميس، والكوزموجرافيا، والجغرافيا، والاتصالات، وعلم الصخور وعلم المعادن والزراعة وفلاحة البساتين، والفنون العسكرية والرياضة والسفن والإسكان والملابس والطعام.

بارمنيدس. "السبيل إلى الحقيقة" و"السبيل إلى الرأى" (ح ٥٥٠ ق.م.). متن شعرى من شذرات يتكون من حكاية رمزية ووصف تفصيلى للظواهر المادية، ويمثل واحدة من أوائل المحاورات الفلسفية فى الغرب. كما أن نظريته التى تقول بأن كل الأشياء المادية مكونة من النار والظلام، وهما عنصران متعارضان يظهران بدرجات متفاوتة فى كل أشكال الحياة، تشكل أيضًا علامة على طريق فهم المادة من قبل الأقدمين.

بطليموس. "المجسطى" (ح ١٥٠م). فى هذا المجلد المكون من ١٣ جزءًا يحدد بطليموس مواقع ما يربو على ١٠٠٠ نجم، ويتعرف على ما يعرف باسم الأبراج "الكلاسيكية"، ويشرح كيف تحسب خطوط الطول والعرض، ويتنبأ بالكسوفات الشمسية والخسوفات القمرية. كما أنه يستخدم أيضًا نماذج رياضياتية معقدة يشرح بها حركات الأجرام السماوية المختلفة.

بطليموس. "أبوتلسماتيكا" (Apotelesmatica) (ح ١٥٠م). كتاب من أربعة أجزاء صار مرجعًا رئيسيًا لقراء الطالع والأبراج.

بطليموس: "الجغرافيا" (ح ١٥٠م). كتاب من ثمانية أجزاء وضع به جداول لخطوط الطول والعرض لعدد من المواقع الرئيسية، وبه ثروة من المعلومات الحضارية الإقليمية، كما جاء به أيضًا نماذج رياضياتية تصف كيفية رسم الأرض الكروية على خريطة ثنائية الأبعاد.

بلينى الأكبر. "التاريخ الطبيعى" (ح٧٧م). موسوعة من ٣٧ جزءًا تغطى موضوعات تتراوح بين الأنثروبولوجيا والفلك وعلم المعادن إلى الجغرافيا وعلم النبات

وعلم الحيوان. ورغم أن الموسوعة تمزج بين الحقائق والخيالات إلا أنها رغم ذلك تعطى صورة عن أحوال العلم فى العصر القديم.

بهاسكارا الأول. "ماهابهاسكاريا" (ح ٦٥٠م). يتناول خطوط الطول الكواكبية وارتباطاتها، وكسوف الشمس وخسوف القمر، وإشراق الكواكب وغروبها، والهلال.

بومبونيوس ميلا (Mela Pomponius) دى سيتو أوربيس" (٤٤م). عرض ميلا فى هذا العمل نظاماً من خمس مناطق حرارية ما زال معمولاً به حتى اليوم. يقسم الكتاب الأرض إلى شمال قارس البرودة، وشمال معتدل، وشمال شديد الحرارة، وجنوب معتدل، وجنوب قارس البرودة. وفيما بعد تأثر بلينى الأكبر وغيره بهذا العمل. وبخلاف غيره من أعمال العصر القديم، استمر العمل مؤثرًا حتى الأزمنة الحديثة.

جمينوس الرودسى (Geminus of Rhodes) مقدمة فى الفلك" (ح ٧٠ ق.م.). مرجع مبسط فى الفلك بُنى على نظريات هيبارخوس.

جوليوس فرمينيوس ماترنوس (Julius Firmius (Maternus **الرياضيات، أو قوة وتأثير النجوم مكون من ثمانية كتب"** (القرن الرابع م). مرجع مفصل فى التنجيم كان مصدراً موثوقًا به فى هذا الموضوع حتى القرن السادس عشر.

سنيكا، لوسيوس أنايوس. (Lucius Annaeus (Seneca تساؤلات فى الطبيعة" (ح ٤١م). يقدم هذا العمل تساؤلات ثاقبة تتعلق بالعلوم الطبيعية، وبخاصة الظواهر الأرضية، مما ينم عن فضول سنيكا حول ظواهر الأرصاد الجوية (قوس قزح والرعد والبرق وغير ذلك)، والمذنبات والزلازل. كان الكتاب مصدراً علمياً رائجًا فى العصور

الوسطى بين العلماء المهتمين بتلك الظواهر. وكان سنيكا يعتبر البحث العلمى نوعًا من التدريبات الدينية وأساسًا للفلسفة الأخلاقية، مما يتبدى فى ربطه بين الفيزياء والأخلاقيات.

لوسيان الساموساتى (Lucian of Samosata) كتابى "إيكارومنيبوس" و"التاريخ الحق" (ح ١٧٠م). فى هذين الكتابين تخيل لوسيان رحلات إلى القمر والفضاء الخارجى، اللذين ربما كانا يحويان أول روايات عن رحلات إلى كواكب أخرى.

مارشيانوس كابيلا (Capella, Martianus) "زواج عطارد وفقه اللغة" (De nuptiis philolo-giae et Mercurii)، (ح القرن الرابع م). ويعرف هذا الكتاب أيضًا باسم "ساتيريكون" و"ديسيبليني". وهو حكاية رمزية تتناول الفنون والعلوم وصار نموذجًا للعديد من الحكايات الرمزية فى العصور الوسطى. وأصبح من المقررات المدرسية فى المسيحية الغربية واستمر كذلك من القرن السادس حتى فجر العصر الحديث. وفى أثناء ذلك، انطبع الكتاب فى الضمير الغربى حتى أن وصف مارشيانوس للفنون السبعة تجسد كنموذج للتماثيل التى تمثل الفنون فى الكنائس فى كل أرجاء أوروبا. كما يناقش "الزواج" أيضًا الفلك وعلوم الكونيات والجغرافيا والتنجيم وعددًا من فروع الرياضيات: الخطابة أو المنطق والتناسق (التى تشمل دراسة رياضياتية للموسيقى)، وكذلك الهندسة والحساب. لم يحو الكتاب إلا القليل من الفكر المبتكر، وعوضًا عن ذلك لخص فيه مارشيانوس المعارف التى تجمعت حتى زمانه من الماضى الأقل توهجًا.

ماركوس مانيليوس (Manilius Marcus) أسترونوميكون" (ح القرن الأول م). قصيدة مطولة تمثل خلاصة مسهبة للأفكار التنجيمية والفلكية القديمة، مع تفاصيل شملت مناقشة لطبيعة درب اللبانة. كان ذلك أول عمل رومانى يتناول التنجيم وكان هدفًا شائعًا للترجمة من قبل المعلقين التنجيميين حتى أواخر القرن السابع عشر.

مليسوس الساموسى (Melissus of Samos) **"حول الطبيعة والحقيقة"** (القرن الخامس ق.م.). لم يتبق منه إلا شذرة واحدة، ولكن المتن المتبقى يعكس محاولة مليسوس لدمج أفكار بارمنيدس مع الفلسفات اليونانية المبكرة للمدرسة الإيونية. انتقد مليسوس المعرفة المبنية على الأحاسيس، وتحدث عن مفاهيم التغير والحركة والتعدد فى الطبيعة بوصفها خيالات وأوهامًا. ووضع تعريفًا لمصطلح "مالانهاية" بأنها تلك التى لا هى "جسد" و"ليس لها بداية ولا نهاية".

منيلاوس السكندرى، "سفيريكا" (القرن الأول م). هذا هو العمل الوحيد المتبقى للمؤلف. وهو يتناول المثلثات الكروية، ويتضمن استخدام الرياضيات فى الفلك، مثل كل كتاباته.

وانج تشونج، "لون-هنج" (ح ٧٥م). فى هذا العمل ابتعد المؤلف عن المعتقدات التقليدية فلم يكتف بمهاجمة التاوية فحسب، وإنما هاجم الكونفوشيوسية أيضًا -وكانت آنذاك معتقدًا راسخًا - من موقف العقلانية والطبيعية. كما وصف أيضًا النفس البشرية بأنها بناء ميكانيكى بحت وليس روحيًا.

نيل شلاجر (NEIL SCHLAGER)

الباب الخامس

التكنولوجيا والمخترعات

سجل زمني

ح ٣٥٠٠ ق.م.	اختراع العجلة فى سومر.
ح ٣٠٠٠ ق.م.	أول أمثلة للنسيج: (الأقمشة القطنية فى وادى نهر السند (الإندوس) وزراعة الخضروات (البطاطس فى الأنديز).
ح ٢٦٥٠ ق.م.	إمحوتب يصمم الهرم المدرج فى سقارة، أول بناء حجرى كبير فى العالم، وفى خلال قرن بُنى هرم خوفو الأكبر.
ح ٢٦٠٠ ق.م.	شعوب الشرق الأدنى يستخدمون الثيران فى الحرث، وهو أول استخدام مهم لحيوانات العمل المستأنسة.
ح ٢٥٠٠ ق.م.	بدايات عصر الحديد فى الشرق الأدنى؛ ونشأة البردى فى مصر؛ وظهور أول مدن كبيرة، وهى هارابا وموهنجو - دارو فى الهند (التى تبرز التخطيط العمرانى وأنظمة الصرف الصحى).
ح ٢٤٠٠ ق.م.	ظهور المعداد لأول مرة فى بابل.
ح ٤٠٠ ق.م.	ظهور العربة اليدوية فى الصين.
ح ٣٠٠ ق.م.	الرومان يبتكرون تقنيات معقدة لبناء الطرق وينشئون قنوات مياه يصل طولها إلى أميال كثيرة.
ح ٢٠٠ ق.م.	ابتكار التروس أو العجلة المسننة فى الإسكندرية.

ح ٢٥٠ ق.م.	أرشميدس يخترع عدداً من الآلات الميكانيكية النافعة، منها لولب أرشميدس (الطنبور)، وهو جهاز لرفع المياه لا يزال مستخدماً فى بعض أجزاء العالم حتى اليوم.
ح ١٠٠ ق.م.	الرومان يخترعون الدرع المرنة ذات الزرد، التى ستظل تُستخدم حتى القرن الرابع عشر.
١٠٥ م	المخترع الصينى تساى لون يتقن طريقة لصنع الورق من لحاء الأشجار والخرق والقنب.
ح ٤٥٠م	الركاب يظهر لأول مرة فى أوروبا بعد أن أحضرته إلى الغرب قبائل الرحل الغازية، وهو فى رأى كثير من المؤرخين واحد من أهم المخترعات فى التاريخ لكونه جعل القتال من على ظهور الخيل مؤثراً، مما فتح الطريق أمام نشأة الفرسان والإقطاع.
ح ٦٠٠م	الطباعة بالقوالب الخشبية تظهر لأول مرة فى الصين، حيث كان قد ظهر قبل قرنين أول نوع قابل للتطبيق العملى من الحبر مصنوع من سناج المصابيح، وفيما بعد أُطلق عليه خطأً "الحبر الهندى".

نظرة شاملة

التكنولوجيا والمخترعات
٢٠٠٠ ق.م. إلى ٦٩٩ م

وصلت التكنولوجيا فى العالمين القديم والكلاسيكى إلى مراتب مبهرة من الإنجاز. وباستخدام أدوات بسيطة، وإدارة ماهرة لأعداد كبيرة من العمالة (كان العديد منهم عبيدًا)، وغياب ضغوط الوقت، أمكن لتلك المجتمعات أن تخلق مزارع منتجة ومدنًا مزدهرة. وتنم الكثير من منجزات تلك الحقبة عن ابتكارية هؤلاء المهندسين القدامى ومهاراتهم.

الزراعة

كانت الزراعة أساس مجتمعات ما قبل التصنيع بدءًا من مصر القديمة وحتى أوائل العصور الوسطى فى أوروبا. وبواسطة المحراث الحافر البسيط واستخدام الحيوانات المستأنسة، وبخاصة فى العالم القديم للبحر المتوسط، أمكن زراعة الحبوب وهو الشىء الذى سمح للحضارات بالظهور. وفى أماكن مثل مصر، حيث يتطلب الفيضان المنتظم للنهر أن يتم تخزين المياه والسيطرة عليها، كانت القنوات أساسية لبقاء المجتمع على قيد الحياة. وكانت السيطرة على المياه مهمة رئيسية للمجتمع، وظهرت التنظيمات الاجتماعية والسياسية لتطوير ذلك والمحافظة عليها.

وكانت تلك "المجتمعات المائية"، مثلها مثل العديد من مجتمعات ما قبل التصنيع، تقدر الاستقرار ولا تشجع الابتكارات التكنولوجية؛ ولذلك اتسمت سرعة الأحداث بالبطء الشديد.

وعلى الرغم من أن التغير التقنى كان يحدث ببطء، إلا أنه بدأ ينتشر تدريجيًا فى أنحاء العالم المعروف. وأتت تحسينات كثيرة من الشرق، منها استخدام الأسمدة الطبيعية، مثل روث الحيوانات والجير. ويضاف إلى ذلك أن الإمبراطورية الرومانية نشرت تقنيات مثل تدوير المحاصيل، والتطعيم، وتربية الأحياء البحرية فى كثير من أنحاء إمبراطوريتها، مما منح العالم من الغذاء ما يسمح للحضارات بالازدهار. وفيما بين القرنين الخامس والثامن حدثت ثلاثة تطورات جوهرية قُدر لها أن تُحدِث ثورة فى الزراعة فى أوائل العصور الوسطى ومجتمعاتها، وهى ابتكار الرِكاب وحدوة الحصان والأطواق المبطنة لأعناق الخيل.

تقنيات المناطق الحضرية

أتاح هذا الأساس الزراعى للمدن أن تنشأ، وحفزتهم احتياجاتهم على المزيد من التطورات التقنية. فمصادر المياه وأنظمة المجارى والأبنية الضخمة والجسور والطرق والساحات والمبانى العامة وأنظمة التدفئة المركزية والأسوار الدفاعية للمدن وتخطيط المدن وحفظ السجلات، كل ذلك نبع من احتياجات المدن. ومع نمو الحضرية نمت أبنيتها. والطوب والحجر الذى اتسمت به المبانى المبكرة حل محله فى النهاية الإسمنت الهيدروليكى، الذى سمح ببناء أبنية أكبر وأقوى. كما أدخل الرومان أيضًا فكرة جديدة فى المعمار وهى الأقواس نصف الدائرية، التى استخدموها فى الجسور وقنوات المياه.

كانت المدن فى تلك الحقبة مراكز احتفالية وتجارية وسياسية ومراكز تبادل تجارى. وكان لكل مدينة متطلباتها التكنولوجية الخاصة، التى تضمنت الحاجة إلى

إدارة قوة عمالة كبيرة. ورغم قصور المجتمعات المبكرة إلا أنها أنتجت نتائج مبهرة، من معابد المايا إلى القنوات الرومانية. ومثلما اعتمدت المجتمعات الزراعية على نظام اجتماعى شديد الانضباط، كذلك اعتمدت على تجمعات سكانية مسيطر عليها وتدار بطريقة جيدة فى سبيل بناء تقنياتها والمحافظة عليها. وأتاحت تلك الملامح التكنولوجية، مع صيانتها صيانة جيدة، استخدامها لعقود بل لقرون، وهى شهادة على نوعية المهندسين القدامى ومهارتهم فى التصميم.

الميكنة والتعدين

لم تكن كل التقنيات القديمة تهدف إلى أداءٍ وظيفىٍّ بحت؛ فالعديد من الابتكارات كان بهدف الترفيه والزينة أيضًا. فعلى سبيل المثال، استخدم الإغريق القدامى عبقريتهم فى الميكانيكا لإنتاج سلسلة من اللعب أو الأدوات، مستغلين استيعابهم الرفيع للهيدروليكا، وعلوم خواص الغازات، والميكانيكا لإنتاج لعب تعمل بالبخار، وآلات أرغن تعمل بالماء وساعات مائية ومضخات. ولسوء الحظ، ومع توفر جيوش من العبيد لرفع الأشياء الثقيلة، لم يكن هناك دافع لتحويل تلك "اللعب" إلى أجهزة توفر مشقة العمل. وعلى الرغم من ذلك، فإن مقدرة الإغريق على تطبيق المفاهيم النظرية للآلات البسيطة مثل الروافع واللوالب والأوتاد والبكرة أدت إلى ظهور العديد من الأجهزة مثل معصرة الزيتون ورافعة الونش والطنبور. وهذا الاستيعاب الأساسى للميكانيكا وما نتج عنه من هندسات أفرزها رجال من أمثال أرشميدس وستيسيبيوس (Ctesibius) كانت أساسًا للتطورات اللاحقة فى العصر الرومانى والعصور الوسطى.

كما كانت فنون الزخرفة بدورها أساسًا لعلم المعادن فى العالم القديم. فقد خلقت الرغبةُ فى إنتاج قطع فنية جميلة للنبلاء أو رجال الدين طبقةً من الحرفيين المهرة قادرةً على تشكيل الذهب والبرونز والنحاس والفضة والحديد. وعلى سبيل المثال، كان فى مصر القديمة والصين القديمة تقنيات راقية فى أعمال المعادن لعدة

قرون قبل أن يصبح هذا النوع من التعامل مع المعادن علامة مميزة على تحول المجتمعات إلى التصنيع.

السجلات المكتوبة

تعلمت الحضارات القديمة والكلاسيكية أن تكتب المعارف، وتخزنها كي تحفظ منجزاتها وتسجلها. فالألواح الحجرية وأوراق البردى ولفائف الرق [ويسمى أيضًا البرشمان، وهى جلود حيوانية معدة للكتابة] وضم الصفحات على صورة كتب، كل ذلك كان من بين الوسائل العديدة لتخزين الكلمات والرموز. فمثلاً، طوَّر الرومان مجموعة من أوراق منفردة مستطيلة مربوطة سويًا بشكل أصبح النموذج البدائى للكتاب المطبوع.

ومع ظهور تلك الوثائق أصبحت هناك حاجة للمكتبات. وكانت أكبرها وأشدها تأثيرًا مكتبة الإسكندرية بمصر، التى حوت ما يقرب من نصف مليون لفافة تحوى أعمال العلماء البارزين فى العالم القديم والكلاسيكى وفلاسفته. ولسوء الحظ، دمرت المكتبة فى أخريات القرن الثالث الميلادى وضاع الكثير من المعارف القديمة.

التقنيات التجريبية

طوال هذه الحقبة كان الجانب الأعظم من التطورات التكنولوجية تجريبيا ناتجًا عن الإدراك المباشر للاحتياجات. وكانت الاختراعات المبنية على النظريات أو الفرضيات العلمية نادرة الحدوث فى العالم القديم. ورغم أن الفلك والرياضيات، وبخاصة الهندسة، كانت تُستَخدَمُ فى إيجاد المواقع للأبنية أو كى تدير آلات مبسطة مثل لولب أو رافعة، إلا أن العلم كان يلعب دورًا صغيرًا فى التكنولوجيا. وفى الوقت الذى أعاقت طريقة المحاولة والخطأ هذه التقدم السريع، إلا أنها سمحت للمهندسين أن يتعلموا

بالممارسة. ونتائجها واضحة فى مبانى العصر الصامدة والعملية. وفى الحقيقة، اشتهر الرومان بقدراتهم على تنظيم واستكمال المشاريع الضخمة.

كان لغياب الأسس النظرية فى الأعمال الهندسية ثمن أيضًا. فأحيانًا كان المشروع الناتج أثقل مما يجب ومبالغًا فى تصميمه وهندسته. ومع الرخص النسبى للعمالة والمواد انتفت الحاجة إلى القلق بشأن الكفاءة والاقتصاد فى النفقات، بحيث كان استخدام مواد زائدة أو عمالة إضافية أمرًا شائعًا. وكان من سمات تكنولوجيا ذلك العصر إنشاء مبانٍ ضخمة صلدة بها نسبة أمان عالية. وكان من الممكن الوصول إلى نتائج أكثر كفاءة باستخدام مواد أقل وبنفس هامش السلامة لو كانت هناك دراسة نظرية أكبر.

الخلاصة

أثبتت المنجزات التكنولوجية المبكرة أن الأدوات البسيطة وحسن إدارة القوة العمالية والمعارف العملية، عندما تُستخدم بواسطة عمال مهرة يتمتعون بخبرات، يمكن أن تنتج نتائج مبهرة. وخلقت الابتكارات المبكرة زراعة ناجحة أمكنها فى النهاية أن تقيم أود تطور حضارات أكبر. وكانت سرعة التغير بطيئة - لأن العديد من الثقافات فضلت الاستقرار على التغير - إلا أنهم كانوا يتقنون معرفة تقنياتهم التى كانت متينة وماهرة، وهى سمات مطلوبة فى كل العصور.

هـ . ج . أيزنمان (H. J. EISENMAN)

الزراعة المبكرة ونشأة الحضارة

نظرة شاملة

بدأ الناس الزراعة فى أوقات مختلفة فى أجزاء مختلفة من العالم. وفى حوالى سنة ٨٥٠٠ ق.م. شرع الصيادون - جامعو الثمار - من سكان منطقة جنوب غرب آسيا المسماة بالهلال الخصيب فى زراعة الحبوب البرية واستئناس الحيوانات. وبعد ذلك بألف عام، كان سكان شمال وجنوب الصين يزرعون الأرز والدُخْن ويربون الخنازير. وتشير الدلائل الأثرية إلى أن المحاصيل كانت تُزرع فى أمريكا الوسطى فى زمن مبكر يصل إلى ٧٠٠٠ ق.م.، وحوالى ٣٥٠٠ ق.م. فى جبال الأنديز وحوض نهر الأمازون فى أمريكا الجنوبية. وبدأ المزارعون فى إفريقيا حوالى ٥٠٠٠ ق.م. فى زراعة المحاصيل. وبعد ذلك بثلاثة آلاف سنة بدأ السكان الوطنيون فى شرقى الولايات المتحدة الأمريكية يزرعون بعض المحاصيل القليلة، ولكنهم كانوا ما يزالون معتمدين على الصيد وجمع الثمار. وفى الوقت الذى تطورت فيه الزراعة فى تلك المواقع بدأ تطور الممارسات الاجتماعية والاقتصادية والثقافية التى أدت إلى ما يعرف باسم الحضارة.

الخلفية

كان الانتقال من الصيد وجمع الثمار إلى الزراعة عملية تدريجية حدثت منذ عشرة آلاف سنة فى بعض مناطق العالم، ومنذ خمسة آلاف سنة فى مناطق أخرى.

ولم يكن ذلك التفاوت نتيجة اختلاف البشر من مكان لمكان، ولكن نتيجة اختلافات في النباتات والحيوانات الطبيعية والمناخ المحلي والجغرافيا.

فلآلاف السنين قبل أن يتم استئناس الحيوانات والنباتات، كان الناس يتجولون في مجموعات صغيرة بحثًا عن طعام يبقيهم على قيد الحياة. ونظرًا لوفرة الطعام في الهلال الخصيب استقر الصيادون - جامعو الثمار - هناك بصفة دائمة. وانتقلوا من جمع الحبوب البرية إلى زراعتها، منتقين البذور ذات السمات المطلوبة. وكان قمح الإمر (emmer wheat) والشعير أول محاصيلهم، وهي حبوب ذات محتوى عالٍ من البروتينات ومن اليسير استئناسها مقارنة بالنباتات المتوطنة في أماكن أخرى من العالم. فقمح الإمر المزروع، على سبيل المثال، شديد الشبه بسلفه البري، في حين احتاجت الذرة الحديثة إلى آلاف السنين كي تتطور من سلفها الذي يبلغ طوله نصف بوصة.

كان المناخ والتضاريس الجغرافية في الهلال الخصيب متنوعة، ما بين وديان وجبال، وصحراوات ومجاري أنهار. وإضافة إلى إقامة أود تنوع من الحياة النباتية سمح هذا التنوع بإعاشة تنوع من الثدييات. ومع وجود وفرة من الموارد الطبيعية فليس من المستغرب أن سكان الهلال الخصيب كانوا أول مزارعين. غير أن الزراعة ظهرت أيضًا في أماكن من العالم أقل خصوبة. وكان الدخن أول محصول زُرع على ضفاف النهر الأصفر في الصين، وتلاه الأرز وفول الصويا، وهي مصادر مهمة للبروتينات. وفي أمريكا الوسطى كان أول ما زُرع من أغذية أنواعًا ما تزال أنواعًا مُمَيَّزة لتلك المنطقة وهي القرع والفول والطماطم والأفوكادو والكاكاو والذرة والفلفل الحار. وإلى الجنوب، على ساحل المحيط الهادي لبناما الحديثة عثر الأثريون على آثار للمنيهوت واليام والأروروت والذرة على أحجار طحين قديمة. كما استأنست أمريكا الوسطى أيضًا ديوك الرومي البرية. وزرع المزارعون الأول في جبال الأنديز في أمريكا الجنوبية البطاطا والمنيهوت والفول السوداني والكينوا (من الحبوب)، كما استأنسوا حيوانات اللاما والألباكا وخنازير غينيا. وكانت المحاصيل الوحيدة التي استؤنِست في

شرقى الولايات المتحدة هى القرع وقليل من النباتات ذات الحبوب. وكان السرغوم (الذرة البيضاء) والدخن يزرعان فى إفريقيا جنوب الصحراء وإفريقيا الغربية الاستوائية وإثيوبيا، ولكن علماء الآثار غير متأكدين ما إذا كانت الزراعة قد ظهرت هناك بصورة مستقلة أو استجابة لمؤثرات خارجية.

التأثير

فى حالة الزراعة لم تكن الحاجة أُما للاختراع. وإنما كان الصيادون - جامعو الثمار الذين كان لديهم بالفعل ما يكفيهم من الطعام هم الذين تحولوا إلى الزراعة. فقد منحتهم منازلهم المستديمة ومخزونهم من البَقول البرية وقتًا وطاقة كافيين ليجروا تجارب فى زراعة الحبوب وتربية الحيوان دون أن يتعرضوا لأخطار المجاعة. ومع تزايد الحنكة والكفاءة فى زراعة الطعام وتخزينه تزايدت أعداد السكان وكبرت المستوطنات مما خلق حافزًا ووسائل لإنتاج المزيد من الطعام على المزيد من الأرض.

انتشرت الزراعة بمعدلات متفاوتة وفقًا للمناخ والتضاريس الجغرافية. وانتقلت غربًا من الهلال الخصيب إلى أوروبا ومصر وشرقًا إلى إيران والهند، فوصلت سواحل المحيط الأطلنطى فى إيرلندا وسواحل المحيط الهادى فى اليابان مع بدايات العصر المسيحى. ومن منشئها فى الصين انتقلت الزراعة جنوبًا، حتى وصلت فى النهاية إلى الجزر البولينيزية. وعلى النقيض من ذلك، كان انتشار الزراعة بطيئًا أو لم تنتشر على الإطلاق فى المناخات الاستوائية والصحراوية المحيطة بالمواقع المبكرة للزراعة فى مصر وإفريقيا جنوب الصحراء وأمريكا الوسطى وجبال الأنديز. ولم تصل الحيوانات المستأنسة إلى جنوب إفريقيا إلا حوالى عام ٢٠٠ ميلادية، وهو نفس الوقت الذى وصلت فيه الذرة إلى شرقى الولايات المتحدة. وبذلك كان لنباتات وحيوانات الهلال الخصيب والصين والتقنيات المتصلة بالزراعة أكبر الأثر على الحضارات المستقبلية.

كان الصيادون - جامعو الثمار - فى الهلال الخصيب والصين يصنعون الأدوات من الأحجار والأخشاب والعظام والعشب المجدول منذ آلاف السنين. وبمجرد أن سادت الزراعة حَسَّنَ البشر من أدواتهم بحيث يتمكنون من زراعة المحاصيل وحصادها وتخزينها بصور أكثر كفاءة. وكانت عصا الحفر المدببة من بين أقدم الأدوات التى ابتكرها البشر لحفر شقوق فى التربة. وبعد ذلك أضيفت لها يد فتحولت إلى محراث بسيط، يطلق عليه أحيانًا "الأرد". وحوالى ٢٠٠٠ ق.م. استخدم المزارعون السومريون الثيران فى الحرث وجر العربات والزحَّافات، وانتشر ذلك فى آسيا والهند ومصر وأوروبا. وبعد اختراع تعدين واستخراج الحديد فى الهلال الخصيب حوالى ٩٠٠ ق.م.، أضيفت الأطراف والنصال الحديدية إلى الأدوات الزراعية. وأتاح الجمع بين المحاريث ذات الأطراف الحديدية والحيوانات التى تجرها استغلال أراض كانت غير مستغلة فى الزراعة. ورغم أن البذور كانت ببساطة تُلقى فى شقوق فى التربة إلا أن بعض المزارعين نثروا البذور من خلال قمع متصل بنهاية المحراث. وبعد ذلك كانت البذور تُداس فى التربة بواسطة شخص أو قطيع من الخراف أو الخنازير. وكانت الحبوب يتم حصادها بواسطة مناجل ذات أياد خشبية ونصالٍ مصنوعة من الحجارة أو الحديد.

ويمكن تتبع تطور الزراعة أيضًا من خلال تطور الحاويات؛ وهى أساسية لتخزين فائض المحاصيل. وكان البدو الرحل يفضلون أوعية جلدية قابلة للحمل أو سلالاً من القش، كما كانوا يحفرون أيضًا حفرات للتخزين تحت الأرض. وعندما بدأ الناس يعيشون فى مستوطنات دائمة بنوا حاويات أكبر، وإن كانت أكثر فاعلية، مصنوعة من طين مجفف فى الشمس. كما بطنوا بالطين أيضًا أفرانًا تحت الأرض. ولم يكتفوا باستخدام الأفران فى خَبز القمح المطحون وإنما لتقسية الطين وتحويله إلى فخار. وكانت الخبرات المكتسبة من الأفران تحت الأرضية ذات الحرارة العالية أساسية فى اختراع البرونز وتعدين الحديد.

كان استئناس الحيوانات عملية تدريجية. فكانت بعض الحيوانات سهلة الاستئناس والتربية؛ والبعض الآخر كان من المستحيل استئناسها. وسُمح لأهدأ الحيوانات أو أكثرها إنتاجية بالتكاثر، بينما كان يتم ذبح أقلها هدوءًا وإنتاجية. كما تطورت الحيوانات استجابة لظروفها الجديدة، وبعضها صار أضخم حجمًا بينما صَغُر حجم البعض الآخر. وكان الكلب هو أول حيوان استؤنس، وكان يُرَبى لأغراض الصيد والطعام فى أماكن كثيرة حول العالم. وكانت حيوانات وطيور أخرى صغيرة مصدرًا للطعام والبيض والريش، مثل خنزير غينيا فى أمريكا الجنوبية، والديوك الرومية فى أمريكا الوسطى، والبط والإوز فى أوراسيا، والدجاج فى الصين. غير أن الثدييات الخمس التى تواجدت فى الهلال الخصيب – وهى الخراف والماعز والأبقار والخنازير والخيل – هى التى تركت أعظم الأثر على إنتاجية الطعام. وسُخرت قوى الثيران والخيل فى جر المحاريث والعربات، وطحن الحبوب، وبناء مشاريع الرى. وأسهمت حيوانات الرعى فى تسميد الحقول بروثها وتطهيرها من الأعشاب الضارة. وعلى النقيض من ذلك، لم يكن بقية العالم يملك ثدييات كبيرة (مثلما كان الحال فى أمريكا الشمالية وأستراليا وإفريقيا جنوب الصحراء) أو يملك واحدًا منها فقط (أسلاف الألباكا واللاما فى أمريكا الجنوبية). وكانت النتيجة فوائد للحضارات التى تملك حيوانات مستأنسة على المدى القصير والبعيد على حد سواء. فقد بات لديهم طعام أكثر وفرة، وعددًا أكبر من السكان، ووسائل للنقل البرى، فصاروا أقدر على التحرك إلى الأقاليم المجاورة، وفى النهاية أقدر على غزو قارات أخرى مثلما فعل الإسبان فى أمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية.

كما ترك استئناس الحيوانات أثره أيضًا على انتشار الأمراض الوبائية مثل الجدرى والإنفلونزا والحصبة. فقد أدى استخدام روث الحيوانات والفضلات البشرية كسماد إلى إصابة الناس بالجراثيم الضارة. وبمجرد أن بدأ الناس يعيشون ملاصقين للحيوانات صاروا معرضين للفيروسات الحيوانية التى تحورت بمرور الوقت إلى أنواع جديدة تسبب الأوبئة عند البشر. ولما غزا حاملو تلك الفيروسات شعوبًا لم يسبق لها التعرض لها مثلما فعل الإسبان فى أمريكا الوسطى والجنوبية ومرة أخرى، كانت

النتيجة كارثية. فمثلاً أُبيد سكان هسبانيولا تماماً بالجراثيم التى حملها كريستوفر كولمبوس (١٤٥١-١٥٠٦) وبحارته. ويُعتقد أن نفس عملية تحور الفيروسات تتكرر اليوم فى مزارع الدواجن فى جنوب الصين، حيث تتحول فيروسات معينة للإنفلونزا بصورة دورية إلى أشكال جديدة تحتاج لصنع لقاحات جديدة.

وكان المزارعون الأوائل على ضفاف نهرى دجلة والفرات فى بلاد الرافدين يستخدمون ثلاث وسائل لتنظيم الرى. فكانوا يحفرون قنوات ضحلة فى الضفاف المرتفعة للنهرين كى تفيض منها المياه إلى الحقول المجاورة. وامتدت القنوات مع التزايد المستمر فى أعداد السكان واضطرارهم لزراعة المحاصيل فى أراض أبعد من النهر. كما بنى السكان أيضًا السواتر الترابية حول الحقول لحمايتها من المياه الزائدة عن الحاجة. وثمة وسيلة أخرى لتنظيم الرى وهى بناء السدود نحو أعالى النهر قبيل فيضانات الربيع. وأتاحت تلك التقنيات لأعداد قليلة من السكان أن يزرعوا مساحات أكبر من الأراضى، التى لم تعد تُنتِج طبيعيًا - أى بدون تدخل البشر-، ولم يكتف تنظيم الرى بتطوير مهارات الهندسة والبناء فحسب وإنما كانت له تأثيرات اجتماعية مهمة. فقد بات من الضرورى توفر مجتمع طبقى من عمال وملاحظين وإداريين بهدف التخطيط للسدود على نطاق واسع وبنائها وصيانة القنوات. كما أدت الزراعة المكثفة التى أتاحها الرى والسواتر الترابية إلى نشأة الطبقات فى المجتمع لأن الأرض المنتجة باتت أكثر ربحية. وتحصل البعض على ثروة وسلطان أكثر من غيرهم، ولم يَطُل الأمر كثيرًا حتى انقسمت المجتمعات إلى عائلات ملكية وفلاحين وعبيد، مثلما حدث فى سومر ومصر والصين.

وقد استمرت أعداد السكان وإنتاج الطعام فى التزايد فى دائرة نمو مكونة من مسارين وكذلك استمرت التكنولوجيا فى النمو. ولما كان البشر قد توقفوا عن تخصيص كل لحظة من وقتهم فى سبيل الطعام، فقد أمكن للبشر أن يتخصصوا فى مهن مختلفة، مثل الخزاف والخباز ومن يعمل فى التعدين والمهندس، وكلها مهن ساندت الزراعة. وبدورها، أسهمت تلك المهن فى الزيادة السكانية وإنتاج الطعام. وابتُكِر فى الهلال الخصيب نظام للعد مبنى على مسكوكات من الصلصال لمتابعة نواتج

المحاصيل وأعداد الحيوانات. وجمع أول نظام للكتابة، وهو الكتابة المسمارية السومرية، بين صور الأشياء والأعداد بنقشها على ألواح مسطحة من الصلصال، مما أدى إلى نشوء تخصص جديد هو الكاتب. وظهرت أنظمة أخرى للكتابة في الصين ومصر والمكسيك وانتشرت وتطورت، حتى صارت أداة جديدة للحكم. ومع تعلم المجتمعات كيف تنتج الطعام وتخزنه وتوزعه فقد نشأت لديها سمات الحضارات الحديثة: المدن كثيفة السكان، والحكومات المركزية، والديانات المنظمة والملكية الخاصة والمهن التخصصية والأشغال العامة والضرائب والتكنولوجيا والعلوم. عاش الناس لعشرات الألوف من السنين كصيادين – جامعين للثمار – قبل أن يشرعوا في زراعة المحاصيل ويستأنسوا الحيوانات. غير أنهم بمجرد إتمام ذلك، صار الانتقال إلى الحضارة الحديثة أمرًا سريعًا وجوهريًا.

ليندساى إيفانز (LINDSAY EVANS)

لمزيد من القراءة

Cowan, C. Wesley, and Patty Jo Watson, eds. *The Origins of Agriculture.* Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1992.

Diamond, Jared. *Guns, Germs, and Steel. The Fates of Human Societies.* New York: W. W. Norton, 1997.

Heiser, Charles B., Jr. *Seed to Civilization.* San Francisco: W. H. Freeman, 1973.

MacNeish, Richard S. *The Origins of Agriculture and Settled Life.* Norman: University of Oklahoma Press, 1992.

Rahn, Joan Elma. *Plants that Changed History.* New York: Atheneum, 1982.

Smith, Bruce D. *The Emergence of Agriculture.* New York: Scientific American Library, 1995.

Struever, Stuart, ed. *Prehistoric Agriculture.* Garden City, NY: Natural History Press, 1971.

استئناس الحصان

نظرة شاملة

أحسن وصف للحصان هو أنه نوع واحد (Equus) متعدد السلالات. وهو حيوان ثديي ذو ظلف مشقوق ويقتات بالأعشاب، كان له تأثير جوهري طوال تاريخ البشر. وفي الحق، أشار عالم الحيوان الفرنسي جورج بوفون (Georges Buffon) (١٧٠٧-١٧٨٨) إلى الحصان بأنه "أكثر غزوات البشر مدعاة للفخر". ولا يمكن التهوين من شأن أهميته في مسيرة التاريخ البشري.

والعلاقة بين الحصان والبشر علاقة متميزة وفريدة في نوعها. فبخلاف غالبية الحيوانات الكبيرة الأخرى، شُبِّه الحصان بالشريك والصديق. ومن فجر تاريخه المبكر، كان الحصان مصدرًا للطعام، وساعد في الزراعة بحرث الحقول ونقل المحاصيل، وساعد في مطاردة الفرائس وصيدها، وكان أداة مهمة في نقل البضائع والأفراد، كما كان جزءًا مهمًا في الحروب والغزوات، بل إنه كان مصدرًا لأشكال متعددة من الأنشطة الترفيهية.

ويعتقد أن أقدم نوع من الخيل، المعروف باسم "الحصان الفجر" (Hyrocotherium) أو (eohippus) قد ظهر أول ما ظهر على وجه الأرض منذ ما يقرب من ٥٠ مليون سنة. ويتميز بأنه كان مخلوقًا وديعًا في حجم الكلب. وكان يعيش في مناطق المستنقعات وانتشر في غالبية العالم. ومع تغير موطن الحصان المبكر من المستنقعات إلى الغابات ثم إلى المناطق المعشوشبة، حدثت له تغيرات تطورية عديدة حتى وصل إلى نوعه الحالي (Equus) الذي يشاهَد اليوم. والجدير بالملاحظة أنه بالرغم من انتشار الحصان

فى كافة أنحاء العالم، إلا أنه انقرض من نصف الكرة الغربى منذ ما يقارب ٨٠٠٠ سنة حتى أعاد الإسبان إدخاله منذ حوالى ٥٠٠ سنة.

وفى البدء كان الحصان البرى مصدرًا مهما للطعام. ويشاهَد هذا الاستخدام فى الصور المرسومة على جدران الكهوف من العصر الحجرى، مثل تلك الموجودة فى كهوف لاسكو (Lascaux) بفرنسا. ويُعتقَد أن تاريخها يعود إلى ما يقرب من ٢٠ ألف سنة مضت وهى تبين الحصان كفريسة للبشر. وتم استئناسه كوسيلة لزيادة الاستفادة منه. وليس ثمة إلا اتفاق ضئيل على متى كان ذلك، ولكن من المحتمل أنه قد تم استئناس حيوانات أخرى كالكلب والماشية قبله. وتقرر بعض المصادر الموثوقة أن المزارعين الكرومانيون (Cro-Magnon) المبكرين كانوا من البدو الرحل واستأنسوا الحصان لأغراض حمل الأثقال. بينما يؤكد آخرون أن الاستئناس قد حدث منذ ٦٠٠٠ سنة وقامت به قبائل تسكن فى السهوب المتاخمة للبحر الأسود. وبعد ذلك التاريخ سرعان ما أصبح الحصان حيوانًا لا يمكن الاستغناء عنه عند الشعوب التى تستخدمه.

الخلفية

حتى بعد استئناسها، استمرت الخيل تستخدم كمصدر للطعام للحمها ولبن إناثها. غير أن ثمة دليلاً حديثًا يشير إلى أن البشر بدأوا يمتطون الخيل فى أعقاب استئناسها مباشرة. وأقل قدر من معدات السيطرة على الحصان هى نوع من الشكيمة، وهى حديدة اللجام المستعرضة فى فم الفرس، وسير اللجام. وتبين الأدلة الأثرية أسنان حصان به آثار تآكل من جراء الشكيمة ويعود تاريخها إلى ٤٠٠٠ ق.م. ولعل أقدم أشكال الشكيمة كانت مجرد حبال حول الفك، ولكن عُثِر على لجامات أكثر تعقيدًا تستخدم قطعة من قرن الوعل مصحوبة بمادة لينة أخرى وتتيح للراكب سيطرة أفضل على الحصان وتشير إلى أن هؤلاء البدو الرُّحَّل المبكرين ربما كانوا فرسانًا متمرسين.

وكان البشر الأوائل قد شاهدوا قوة حيوانات الجر ويعتقد أن النير قد اختُرِع حوالى ٥٠٠٠ ق.م. لاستغلال هذه القوة. واستُخدِمت الماشية فى الشرق الأدنى لجر الزحافات، ولكن العجلات أُضيفت فى الألفية التالية. ومع جلب الخيل من آسيا بين ٢٠٠٠ ق.م. و٣٠٠٠ ق.م. كان من الجلى أن هذه الحيوانات أسرع بكثير من الماشية وسرعان ما صارت هى الحيوانات المفضلة فى الجر. واحتاج طوق النير لأن يُعَدَّل للاستخدام مع الخيل لأنه يُضَيِّق تنفسها. وابتُكِرت شرائط الصدر وأنواع أخرى من النير لكى تحل تلك المشكلة. وبحلول القرن الخامس عشر ق.م. طور المصريون نيراً على شكل الشعباء [عظم الترقوة فى الطيور]، وتتصل به شرائط سمحت للحصان بأن يتنفس دون عوائق أثناء استخدامه فى الجر.

كذلك لم يغب على القوم وقتئذ استخدام الخيل فى الحروب والصيد. وتم ابتكار نموذج مبكر لعربة تجرها الخيل لتلك الأغراض. كانت عربة خفيفة حساسة ومتجاوبة أعطت السائق سيطرة كبيرة. وأصبحت الشكيمة المصنوعة من المعادن فقط قيد الاستخدام حوالى ١٥٠٠ ق.م. مما جعل استخدام العربة فى الحروب أكثر فائدة، فقد كانت أشد متانة وتمنح سيطرة أكبر على مجموعة الخيل. وكانت الحروب آنذاك لا تزال مقتصرة على قوات كبيرة من العربات التى تستلزم خيلاً منضبطة وفى حالة طيبة. واحتاج الإنسان لخمسمائة سنة أخرى كى يمتطى الحصان مباشرة ويشرع فى تكوين وحدات للفرسان.

وتدور التخمينات حول أسباب تفضيل البشر الأولين بصورة عامة قيادة الخيل بدلاً من امتطائها. وثمة سبب يشيع استخدامه هو صغر حجم سلالات الخيل المبكرة. غير أن حقيقة أن الخيل ضئيلة الحجم تستخدم اليوم كوسيلة ركوب ناجعة يجعل هذا الفرض مشكوكًا فيه. ولعل عوامل اجتماعية كانت السبب فى ذلك، لأنه يبدو أن علية القوم كان لديهم نفور من عرق الخيل، بحيث صار الاقتراب من الخيل أمراً لا يمت للوقار.

وكانت أول مجموعة استفادت استفادة كبيرة من الخيل فى شن حروب ناجحة هى مجموعة من القبائل الرحل المتحدة فى سهوب روسيا، تسمى فى مجموعها باسم الإسكيذيين، وكان ذلك فى حوالى ٨٠٠ ق.م. وقد أتقن الإسكيذيون مهارات إطلاق السهام من فوق صهوة الخيل وكانت الخيل مقياس ثروتهم. كما كانوا محاربين أشداء مرهوبى الجانب، وتركوا أثرًا على الأجيال التالية ببرهنتهم على القوة الكبيرة للخيل ومزاياها. وبحلول ٧٠٠ ق.م. أصبح امتطاء الخيل مفضلاً على ركوب العربات سواء فى الصيد أو فى الحروب.

ولقد قامت القبائل المستوطنة فى السهوب بغالبية تحسينات التقنيات المتعلقة بالخيل، وانتقلت تلك التحسينات غربًا بواسطة القبائل التى غزت الأراضى المجاورة. ولم تكن أول حدوة حصان استثناءً من تلك المقولة. فقد استخدمت تلك القبائل حدوات خيل من أنواع مختلفة، لكن الرومان كانوا هم من أشاع استخدامها. فقد استخدمها الرومان للتقليل من تآكل الحوافر، وبخاصة فوق الطرق المعبدة. وكان يطلق على تلك الأحذية المعدنية "صنادل الخيل" وكانت تُربَط فى الحوافر. وفى حوالى القرن الخامس الميلادى ظهرت حدوة الحصان المعدنية الحديثة، التى تُدَق بالمسامير فى الحافر.

كان مجىء السرج، وهو مقعد الراكب، تطورًا مهمًا. وظهر السرج الجلدى فى حوالى القرن الثالث ق.م.، وأضاف كثيرًا إلى منافع الخيل. واقترن الرِّكاب مع السرج - ويستخدم كى تستند إليه أقدام الراكب - للمزيد من سيطرة الراكب على الحصان. ويُنسب لأتيلا زعيم قبائل الهون (٤٠٦؟-٤٥٣ م) أنه من أدخل الرِّكاب إلى أوروبا، مما منح الخيالة فى الغرب مزيدًا من حرية المناورة والسيطرة. وتمت التحسينات التالية فى كلٍّ من السرج والركاب طوال فترات التاريخ المبكر، والسرج والركاب الحديثان يشبهان شبهًا كبيرًا مثيلاتهما فى العصور الوسطى.

التأثير

طوال التاريخ الإنسانى كان الحصان ذا فائدة قصوى وساهم فى تشكيل المجتمع إلى ما صار إليه اليوم. كان الحصان عنصراً مهما فى الترفيه والترحال والعمل وعلى وجه الخصوص فى الحروب. وأول وأهم شىء، أن استئناسه كان أمراً ضرورياً لا غنى عنه للمجتمع كى يدرك إلى أى مدى يمكن أن يكون الحيوان مفيداً ونافعًا. وثانى شىء أن اختراع تحسينات تكنولوجية مهمة، مثل اختراع الطوق والشكيمة واللجام والركاب والسرج وحدوة الحصان، أتاح للبشر أن يزيدوا من فاعلية الحصان، وهو الشىء الذى كان جوهرياً فى رفع شأنه.

وقد استخدمت أول خيل استؤنِست كطعام وبسبب جلودها، ولكن الأجيال التالية بدأت فى استخدام الخيل فى أغراض أخرى. ويبدو مرجحًا أن الخطوة الرئيسية التالية كانت استخدام الحصان فى التخفف من الأعمال التى يقوم بها الإنسان. وعندما استُخدِم الحصان كمصدر للقوة تقلصت الحاجة إلى القوة البشرية. وكان لذلك أثره فى تخفيف عبودية البشر، لأن العبيد كانوا مستخدمين كمصدر للقوة فى المقام الأول.

ولن تكون حكاية أهمية الحصان فى العالم القديم مستكملة إلا إذا تناولنا أهميته فى شن الحروب. فالجيوش التى كانت تستخدم الخيل فى غزواتها كانت لها ميزة واضحة على أولئك الذين لم يكونوا يستخدمونها. ففى العصور القديمة اجتاحت العالم مجموعات عرقية مختلفة اعتمدت اعتماداً كبيراً على الخيل أثناء المعارك. وفى البدء كانت الأفضلية للعربة التى تحمل رجلين، أحدهما يقود العربة والآخر رامى السهام الذى يقذف الأعداء بالسهام. وبعد ذلك أخذ الرجال يمتطون الخيل مباشرة لأغراض القتال. وذلك منح الجيوش المدربة تدريبًا حسنًا على استخدام الخيل ميزات هائلة وأثبت أنه عامل محورى فى نجاح الغزوات لآلاف السنين. كان للحصان مكانة بارزة طوال تاريخ الإنسانية ولعب القادرون على استخدامه الاستخدام الأمثل أدواراً أكثر أهمية حتى ظهرت الماكينات التى جعلت من الحصان أداة عتيقة عفا عليها الزمن فى الدول الحديثة.

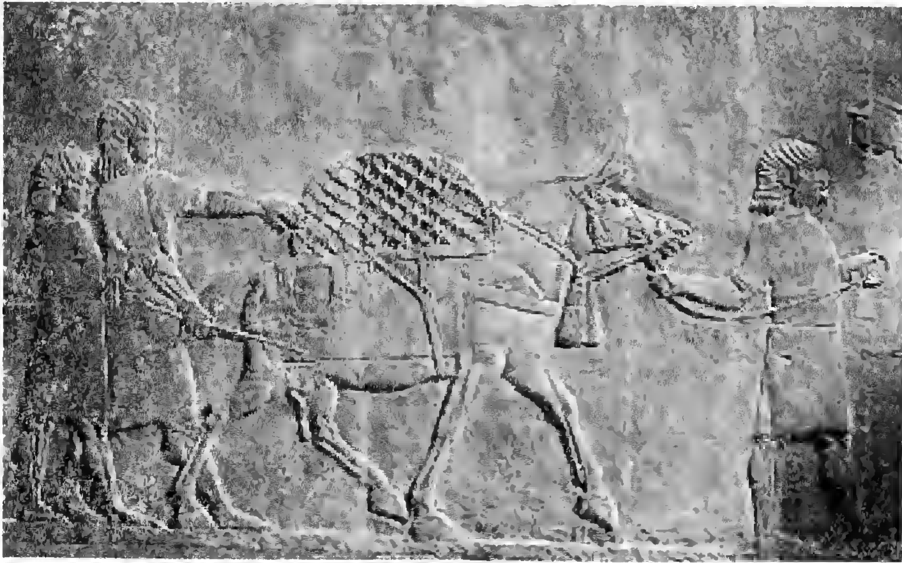
جيمس ج. هوفمان (JAMES J. HOFFMANN)

لمزيد من القراءة

Caras, Roger A. A Perfect Harmony: The Intertwining Lives of Animals and Humans Throughout History. New York: Simon & Schuster, 1996.

Clutton-Brock, Juliet. A Natural History of Domesticated Mammals. New York: Cambridge University Press, 1999.

Facklam, Margery. Who Harnessed the Horse? The Story of Animal Domestication. New York: Little Brown & Co., 1992.



تجار يحملون بضائعهم على ظهور الخيل

تدجين القمح وغيره من المحاصيل

نظرة شاملة

رغم أنه قد يبدو أمراً مبالغًا فيه، إلا أن الحضارة لم تكن لتتقدم بدون تدجين النباتات واستئناس الحيوانات. ولما كان تدجين القمح وغيره من المحاصيل على درجة قصوى من الأهمية فى نمو الحضارة وتطورها، لذا يتحتم علينا دراسة أصوله كى نفهم العلاقة بين الزراعة وبين المستجدات والابتكارات الأخرى التى تشكل منها المجتمع المتقدم.

الخلفية

رغم أن تدجين النباتات والمحاصيل التى تُزرع بغرض الاستهلاك كان يجرى منذ ١١٠٠٠ سنة، إلا أن هذا الرقم يتضاءل مقارنة بالسبعة ملايين سنة التى كان فيها البشر يطعمون أنفسهم بصيد الحيوانات البرية وأكل النباتات البرية. غير أنه لولا هذا التحول لما تمكنت البشرية من استكمال تطورها الاجتماعى والحضارى. وقد لعبت زراعة الحبوب دوراً جوهرياً فى التحول من الصيد وجمع الثمار إلى زراعة النباتات واستئناس الحيوانات.

كان لمناطق عديدة قصب السبق فى تطوير تدجين مستقل خاص بها. فتدجين قمح الخبز والشعير والشوفان والجودار فى الشرق الأوسط؛ والأرز والدخن فى جنوب شرق آسيا؛ والذرة والفول والقرع فى أمريكا الوسطى كل ذلك أدى إلى ظهور

الحضارات. وقد حدد العلماء والأثريون هذه المناطق، إضافة إلى الأنديز وحوض الأمازون فى أمريكا الجنوبية (البطاطس والمنيهوت) وشرقى الولايات المتحدة (عباد الشمس ونبات رجل الإوز) بوصفها المناطق الرئيسية التى نشأ فيها إنتاج الغذاء بصورة مستقلة.

وفى المجمل، لم يحدث إلا فى مناطق قليلة من العالم أن نشأ إنتاج الغذاء بصورة مستقلة. وكثيراً ما كان الناس فى المناطق المجاورة يتبنون تقنيات إنتاج الغذاء، ولكن بعضهم استمروا فى الصيد وجمع الثمار. والمناطق التى كانت سباقة إلى إنتاج الطعام أصبح لها موطئ قدم فى دورة التطور التى انتهى بها المطاف إلى استخدام قدرات النيران، ونشأة الأنظمة السياسية، وصنع الأدوات المعدنية. غير أن الانتقال من صياد إلى منتج استغرق آلاف السنين، مثل كل التطورات.

ويعود تاريخ أقدم حنطة نشوية (emmer wheat) أو قمح الإمر إلى ٨٥٠٠ ق.م. وأتت من منطقة فى الشرق الأوسط تسمى "الهلال الخصيب". وبعد تدجينه هناك انتشر غربًا إلى بلاد اليونان فى ٦٥٠٠ ق.م. وألمانيا فى ٥٠٠٠ ق.م. ولعل أكثر أنواع القمح استخداماً، وهو قمح الخبز (ويعود تاريخه إلى ٦٠٠٠ ق.م.) هو نوع مدجن بحت. فقد ظهر من قبيل الصدفة فى الشرق الأوسط القريب عندما زُرعت سويًا أنواع مختلفة من القمح. وظهر الشعير المدجن فى الهلال الخصيب حوالى ٧٠٠٠ ق.م.

والهلال الخصيب هو مرتع لأنشطة بحثية تتعلق بنشأة الحضارة. ورغم أن المدن والإمبراطوريات والكتابة ظهرت هناك إلا أن إنتاج الغذاء أقدم من كل ذلك. ولذلك تُدرس المنطقة بغرض التوصل إلى الكيفية التى أدى بها التدجين إلى أن المنطقة أصبح لها هذا السبق الهائل. ولما كان الناس فى الهلال الخصيب أول من طور تقنيات الإنتاج المركز للغذاء واستئناس الحيوان، فإنهم استطاعوا العيش فى كثافات سكانية عالية مكنتهم بدورها من أن يتقدموا بسرعة فى التكنولوجيا والتعليم والنظام السياسى بل حتى فى الأمراض. ولعبت الأمراض دوراً فى صد أعداء محتملين وتخفيف الكثافة السكانية الأمر الذى ترتب عليه تكوين المناعة.

ويعود تاريخ تدجين الأرز إلى حوالى ٤٠٠٠ ق.م. فى أراضى جنوب شرق أسيا والصين. وعادة ما تتضمن زراعة هذا النوع أحوالاً فيضية فى حقول الأرز، رغم إمكانية زراعته فى المناطق المرتفعة. واليوم، يصل إنتاج الصين والهند من الأرز إلى ما يقارب نصف إنتاج العالم، أما إنتاج الولايات المتحدة فهو أقل من ١ بالمئة. ويوفر عدد قليل نسبيًا من زراع الأرز الغذاء الرئيسى لأكثر من نصف سكان العالم.

وقد زُرعت الذرة لأول مرة فى مرتفعات أمريكا الوسطى (المكسيك) حوالى ٦٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ ق.م. وتختلف نشأة الذرة اختلافًا بينًا عن الحبوب فى الهلال الخصيب. فالذرة، بخلاف المحاصيل التى تنمو هناك، أكبر حجمًا بكثير وتتأقلم مع الفصول المناخية الدفيئة.

وعلى مستوى الإنتاج العالمى، نجد أن أربعة من أشهَر المحاصيل تنتمى للعائلة النجيلية (grass family)، وهى قصب السكر والقمح والأرز والذرة. وتم تدجين قصب السكر فى جنوب شرق أسيا. واكتشف المزارعون الأوائل أن ساق النبات مصدر غنى للسكر ويحتوى على سعرات حرارية عالية.

ويغفل الكثيرون عن الخيزران ولكنه محصول نافع بشكل ملحوظ. ويقترح بعض المحللين أن الأشجار النجيلية (أى الخيزران) استخداماتها أكثر من أى نبات أخر على ظهر الأرض. فالبراعم الجديدة تشكل مكونًا مهما فى الغذاء اليومى فى اليابان والصين وتايوان. وتعتبر حضارات أخرى أن الخيزران من الأطعمة الفاخرة. واستُخدِم الخيزران فى الصين وجنوب شرق آسيا والبرازيل فى صناعة الورق. وفى الهند تأتى غالبية اللُب المستخدم فى إنتاج الورق من الخيزران. والقوة المدهشة لسيقان الخيزران وخفة وزنها تجعل منها مواد بناء ممتازة فى تشييد المنازل والمعابد. كما استُخدِم الخيزران لقرون عديدة فى صناعة الحُصُر المنسوجة وأنواع من الأوانى بما فيها الحلل والصوانى.

التأثير

كان إنتاج الطعام شرطًا أساسيًا لتطور المدافع والجراثيم والصلب، وهى لبنات بناء تاريخ العالم. ومع الإدراك المتأخر للأمور، تبدو دورة التطور بسيطة لدرجة مدهشة: فتَوَفُّرُ المزيد من السعرات الحرارية لكل فرد نتيجة للزراعة يؤدى إلى تكدس سكانى أكبر. والمحاصيل الناتجة تغذى هندسيًا أفرادًا أكثر عددًا من مجتمعات الصيادين – جامعى الثمار، مما يترتب عليه أعداد أكبر من الأفراد فى المجتمعات التى تستند إلى الزراعة.

وبمجرد تكوين مخزون من الغذاء تنشأ صفوة سياسية للسيطرة على ذلك الفائض، ويتضمن ذلك فرض الضرائب. وتستخدم بعض تلك الضرائب فى إنشاء الجيوش والإبقاء عليها، بينما يستخدم جانب آخر من النقود فى بناء المشاريع العامة والمدن. وعندما يكون هناك منتجون أكثر للغذاء تكون لهم الكفة المرجِّحة فى المعارك العسكرية. وكلما ازداد تعقد النظام السياسى كلما نجح المجتمع فى شن حروب غزو والاستمرار فيها. وفى نفس الوقت، تنشأ محاولات ومساعى ثقافية وتعليمية وفنية لأن الأفراد لديهم فسحة أكبر من الوقت وأحسن صحةً بسبب الزراعة.

وللحبوب مزايا عديدة، بوصفها نباتات غذائية، تشمل عائدًا مرتفعًا للفدان. كما أنها مصدر رائع للكربوهيدرات والدهون والبروتينات والمعادن والفيتامينات. ومن هذا المنطلق يمكن اعتبار الحبوب عماد الحياة. كما طور الناس استخدامات مبتكرة للنباتات والحبوب. فقد كانت المشروبات الكحولية تُقطَّر من المحاصيل النجيلية: فالجعة من الشعير، ويستخدم الأرز لإنتاج الساكى، والذرة فى إنتاج البوربون، ويساهم القمح والجاودار والذرة والشعير فى إنتاج الويسكى والفودكا.

كما استُخدِمت الألياف الطبيعية فى غالبية المحاصيل التى تم تدجينها فى صناعة الملابس والبطاطين والشباك والحبال. وشملت المحاصيل ذات الألياف القطن والكتان

والقنب. واستُخدِمت النجيليات أيضًا فى إطعام قطعان الحيوانات ومعالجة تعريات التربة وحلبات السباق.

وقد أسهمت زراعة المحاصيل فى نشأة المجتمع المتحضر بإجبارها المزارعين على العيش فى أماكن محددة. وكان يتعين نثر بذور المحاصيل وجنيها فى مواعيد محددة من السنة، وبهذا أُجبر السكان على البقاء فى المنطقة. وكان محتمًا ملءُ أوقات الفراغ بالتعليم، الذى أدى إلى مزيد من التقدم.

وفى مجتمعات اليوم، وبالرغم من أن غالبية إنتاج المزارع يأتى من تكتلات الأعمال التجارية الزراعية إلا أن أهمية النجيليات تبقى راسخة. فما يقارب ٧٠ بالمائة من الأراضى الزراعية على مستوى العالم تستخدم فى زراعة المحاصيل النجيلية وأكثر من ٥٠ بالمائة من سعرات العالم الحرارية تأتى من النجيليات، وبخاصة الحبوب.

وعلى مدى آلاف السنين أدى تطور المجتمعات الزراعية إلى ظهور أول إرهاصة بالحضارة. فقد زود تدجين النباتات واستئناس الحيوانات البشرية بالأدوات لزرع الإيديولوجيات الاجتماعية والثقافية والسياسية المرتبطة بالمجتمع المدنى. ولم يكن بمستغرب أن تشارلز داروين (Charles Darwin) (١٨٠٩-١٨٨٢) يبدأ كتابه "أصل الأنواع"(On the Origin of Species)، وهو عمله الأصيل الذى يتناول التطور، بنبذة عن تدجين النباتات واستئناس الحيوانات وكيف حدث من خلال الانتقاء الاصطناعى بواسطة البشر. وركز داروين حديثه على الكيفية التى طور فيها المزارعون أنواعًا من الكِشمِش (gooseberries) وانتقاء أفضل أنواعها، والتحسين المستمر لنوعيتها بزرع بذور أفضل النباتات.

بوب باتشلور (BOB BATCHELOR)

للمزيد من القراءة

Baker, Herbert G. *Plants and Civilization.* Belmont, CA: Wadsworth, 1970.

Diamond, Jared. *Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies.* New York: W. W. Norton, 1999.

Dodge, Bertha S. *It Started in Eden: How the Plant-Hunters and the Plants They Found Changed the Course of History.* New York: McGraw-Hill, 1979.

Zohary, Daniel, and Maria Hopf. *Domestication of Plants in the Old World.* Oxford: Oxford University Press, 1993.

أهرام مصر القديمة

نظرة شاملة

كان من بين أكثر منجزات الحضارات المبكرة صمودًا بناء صروح معمارية على صورة أهرامات، وهو شكل هندسي انبهر به البشر منذ ذلك الحين. واعتبر الإغريق والرومان أن الهرم الأكبر في الجيزة بمصر أكثر عجائب العالم السبع إثارة للإعجاب. وحتى اليوم نجد الهرم مطبوعًا على خلفية أوراق النقد الدولارية الأمريكية، وفي ثمانينيات القرن العشرين بُني هرم من الزجاج والصلب في ساحة متحف اللوفر بباريس كمدخل جديد للمتحف. ورغم أن أهرامات قد شُيدت في العالم القديم في مناطق بعيدة مثل بيرو وأمريكا الوسطى وبلاد الرافدين وإندونيسيا إلا أن الأهرامات التي شيدتها الدولة القديمة في مصر قد نالت الاهتمام الأكبر للعالم الغربي.

الخلفية

بالرغم من أن أهرامات الحضارات القديمة كانت مباني هائلة الحجم، إلا أن أكثر الأمور المثيرة للإعجاب لم يكن حجمها وإنما مجرد بنائها في المقام الأول. وإذا ما حكمنا بالمقاييس العصرية نجد أنها لم تؤدِّ أية وظيفة عملية. ولم تكن مخازن لطعام، ولم تحم من غزاة، ولم تشكل مأوى من عوامل الطبيعة وغوائلها. وعوضًا عن ذلك، بُنيت الأهرام لأهداف دينية وبناها شعب كان على استعداد لأن يبذل بذلاً استثنائيًا من الجهد والموارد الاقتصادية في سبيل بنائها، واستُخدِمت كمقابر أو كمنصات هائلة الحجم لمعابد.

بُنى أقدم تلك الصروح فى بيرو حوالى ٣٥٠٠ ق.م.، على هيئة أكوام مبتورة القمم من التراب وأكوام الحصى ويعلوها معبد. وبعد ذلك بوقت طويل بُنيت أهرامات فى أمريكا الوسطى (التى يطلق عليه الأثريون اسم ميزوأمريكا)، وبخاصة فيما يعرف اليوم باسم المكسيك. وبنى شعب الأولمك (Olmec) أكوامًا هرمية من التراب المدكوك حوالى ١٠٠٠ ق.م. وبالقرب مما يُعرف اليوم باسم مكسيكوسيتى بنى شعب مجهول هرمًا للشمس فى حوالى ١٠٠ ميلادية، وبنى كل من شعبى المايا والأزتيك أهرامًا هائلة الحجم. وفى أماكن أخرى، بُنيت أهرامات فى مصر فى حوالى ٢٧٠٠ ق.م.؛ وفى بلاد الرافدين القريبة كانت الأهرامات تسمى زيجورات وبناها السومريون بدءًا من ٢١٠٠ ق.م. وبُنيت أبراج ذات قباب (stupas)، يعتبرها بعض الأثريين أهرامًا، بناها البوذيون فى الهند القديمة وإندونيسيا. ورغم أنه لم يحدث أن كل الحضارات بنت أهرامًا، إلا أن شكلها كان يشبع حاجة دينية فى حضارات مختلفة مؤمنة بتعدد الآلهة.

كان أكثر أشكال تلك الصروح الهائلة القديمة شيوعًا هو الهرم المدرج، وهو بناء بُنى على خمس أو ست مراحل أو درجات، وكل درج مستطيل أصغر من الدرج أسفله. والهرم مزود بسلالم خارجية تفضى إلى المنصة العليا، التى حملت فوقها معبدًا أو مزارًا مقدسًا. وبُنى فى مناطق كثيفة السكان وكان الهدف منه توفير مكان مثير للاحتفالات الدينية. أما الأهرامات "الحقة" لمصر فكانت مختلفة سواء فى الشكل أو فى الوظيفة. كانت لها قاعدة مربعة وأربعة جدران مثلثة الشكل تتلاقى عند القمة فوق مركز القاعدة؛ ولم تحو أية ملامح معمارية أو زخرفية. وشُيدت خارج المدن على حافة الصحراء، وكانت مقابر للدفن لا يمكن لعامة الشعب الوصول إليها. غير أنه بصرف النظر عن الشكل الذى كان الهرم يتخذه، كان الهرم رمزًا إيديولوجيًا كسلم أو جبل يصل إلى السماء.

ولقد لقيت الأهرامات المصرية أعظم اهتمام من جانب المؤرخين والأثريين والجمهور العام. ولعل شكلها الهندسى المغلق، من الناحية الجمالية، يرمز دون وعى للكمال. ويضاف إلى ذلك، أن أهرام أمريكا الوسطى كانت أبعد منالاً للعلماء والسياح

عن أهرام مصر، التى يسهل الوصول إليها بالسفر صُعُدًا فى نهر النيل. وكذلك حقيقة أن الزيجورات السومرية والعديد من أهرامات أمريكا الوسطى بُنيت من الطوب النيئ وغير ذلك من مواد أقل ثباتًا فانهارت وتحولت إلى تلال فوضوية. ورغم أن العديد من الأهرام الحجرية فى مصر قد أصابها التلف إلا أنها ما تزال أقرب ما تكون إلى شكلها الأصلى وتحتفظ بمهابتها. وثمة عامل آخر هو الكتابات التى كتبها من يسمون "مهاويس الأهرام" الذين على مدى يربو على قرن ونصف قرن، نشروا عشرات الكتب تكشف عن "أسرار" الأهرامات. وادعى البعض أنها نبوءات مقدسة موجودة فى الحجر تتنبأ بأحداث مستقبلية؛ بينما اتخذ منها البعض الآخر دليلاً على أن الأرض قد زارها زوار من الفضاء الخارجى. وجعلت نظريات مثل تلك، مقترنة بأساطير "لعنة" الفراعنة و"انتقام" المومياء، جعلت من الأهرام المصرية أمرًا لا يمكن مقاومته.

التأثير

بدأ عصر الأهرام فى مصر حوالى ٢٧٨٠ ق.م. وانتهى حوالى ١٥٥٠ ق.م.، رغم أنه يجدر بنا أن نلاحظ أن العلماء لا يتفقون على تواريخ (بل ولا حتى على تسلسل زمني) للتاريخ المصرى. وقد بُنى ما يزيد على ٧٠ هرمًا ملكيًا فى تلك الفترة؛ ومن المستحيل تقدير كم من المزيد منها تختفى تحت رمال الصحراء أو انهارت دون أن تترك أثرًا. وبعد تلك الفترة بوقت طويل، بنى ملوك النوبة (وهى اليوم فى شمال السودان) حوالى ١٨٠ هرمًا أصغر حجمًا وأدنى منزلة فى الفترة من ٧٢٠ ق.م. إلى ٣٥٠ م. وكان العصر الذهبى للأهرام المصرية هو الدولة القديمة، وعلى وجه الخصوص فترة الأسرة الرابعة (٢٥٧٥-٢٤٦٥ ق.م.) عندما تم، فى قرن واحد وحيد، بناء أعظم تلك الصروح. وكان بناة الأهرام المصريون اللاحقون يتخذون من تلك الفترة إلهامًا لهم ونماذج يقلدونها.

تم توحيد مصر القديمة، التى تمتد على طول نهر النيل، حوالى ٣٠٠٠ ق.م. ومع التوحيد، تعلم الملوك (وأُطلق عليهم فيما بعد لقب فراعنة) ومعهم موظفوهم كيف

ينظمون أعداداً كبيرة من المصريين للسيطرة على الفيضان السنوى للنيل، وكيف يروون الحقول بينما المياه تتراجع ببطء. كانت تلك المهارات التنظيمية ضرورية لاستكمال ناجح لبناء الهرم والعديد من الأبنية والحوائط فى مجمع الهرم. وكان من الضرورى تنظيم آلاف من الفلاحين المجندين (وليس العبيد) فى فرق لنقل الأحجار الضخمة المستخدمة فى بناء الهرم ثم رفعها إلى مكانها. وكان آلاف آخرون يعملون فى المحاجر وفى موقع الهرم كعمال مهرة. وكان إنشاء المزارع ضرورياً لإطعام هؤلاء العمال. ولم يكن من الممكن القيام بتلك الخبرات التنظيمية وتمويل ذلك الجهد إلا بوجود حكومة مركزية قوية.

كان المصريون يعتبرون ملكهم تجسيداً للإله أوزيريس وابناً لرع إله الشمس. وبعد أن يموت الملك كانوا مؤمنين بأنه سوف ينضم إلى الآلهة وبالتالى يمكنه أن يشفع لهم عند القوى المقدسة. غير أن ذلك لم يكن يتم تلقائياً. فقد كان المصريون يرون أن الموت هو امتداد للحياة، وكانوا مقتنعين بأن حياة الروح (كا) فى الحياة الآخرة يعتمد على اتحادها مرة أخرى مع تجليات الجسد (با) بعد الموت. وهذا أمر لا يمكن أن يتم إذا كان الجسد متحللاً. ولهذا كانوا يحنطون جسد المتوفى، بإزالة كل الأحشاء لمنع التحلل. كما كانوا يؤمنون أيضاً بأنه لا بد من توفير كل الاحتياجات المادية، مثل الطعام، "للبا" إلى الأبد وإلا هلكت "الكا". وبهذا أصبح من المحتم بناء مقبرة للملك تكون جاهزة عند موته، وتحمى جثمانه، وتوفر له الضروريات لإعاشته إلى الأبد، وتذكره بولاء شعبه وإخلاصه.

فى البدء كان الملوك يُدفَنون فى "المصطبة"، وهى بناء مسطح مستطيل من الطوب النيئ، توجد تحته غرفة دفن ومخازن لمتطلبات "الكا". وفى تلك الفترة المبكرة ساد الاعتقاد بأن أى شىء يوضع أو يُرسَم فى القبر سوف يوفر بطريقة سحرية احتياجات المتوفى فى الحياة الآخرة. ولهذا فبينما كانت الزوارق تُدفن فى حفر خارج المصطبة لانتقالات الملك فى رحلاته السماوية، كانت نماذج الزوارق ورسوماتها توضع فى القبر لمزيد من التأكيد. غير أن المصطبة لم تكن منيعة على اللصوص الباحثين عن الثروات التى تُدفن مع الملك. فجاء ملك يدعى زوسر وأمر مهندسه إمحوتب أن يتوصل لحل لتلك

المعضلة. وابتكر إمحوتب ابتكارين حاسمين فى المقبرة التى بناها فى سقارة (ح ٢٧٨٠ ق.م.). فقد وضع ست مصاطب لتغطية حجرة الدفن، واضعًا إياها واحدة فوق الأخرى، وكل مصطبة أصغر من التى تحتها. وكانت النتيجة هى الهرم المدرج، أول هرم فى مصر. وعلى نفس الأهمية، بنى إمحوتب البناء بأكمله من الحجر، وهو أول صرح بُنى للدفن.

وفى حوالى ٢٥٧٠ ق.م. حاول الملك سنفرو أن يبنى هرمًا أملس الجوانب فى دهشور. غير أن البنائين، لسبب ما، غيروا زاوية الجوانب، مما نتج عنه ما يسمى الهرم المحدب. وكان خوفو (٢٥٥١-٢٥٢٨ ق.م.) خليفة سنفرو هو من بنى أول هرم حقيقى. ويحوى هذا الهرم، الذى يُعرف باسم هرم الجيزة الأكبر، ما يقارب ٢,٣ مليون كتلة حجرية متوسط وزن كل منها ٢.٥ طن، ويصل وزن بعضها إلى ١٥ طنا. ويبلغ طول كل جانب ٢٣٠ مترًا ويحاذى كل جانب بصورة تكاد تكون كاملة اتجاهات الشمال والجنوب أو الشرق والغرب. ويصل ارتفاع الهرم إلى ١٤٧ مترًا وتمت تغطيته بطبقة من الحجر الجيرى الأبيض. كان ذلك الهرم هو الذروة فى بناء الأهرام. واليوم، حتى بعد سقوط الغلاف الخارجى، ما زال الهرم يوقع الرهبة فى نفوس الناظرين.

واحتوى هرم الجيزة الأكبر وكل الأهرامات التالية على غرفة دفن خفية لحماية جسد الملك. وتعمل النقوش المنحوتة والرسوم على جدران الغرفة على ضمان توفير الاحتياجات اللازمة لحياة آخرة مريحة. كما كانت تُدفن مع الملك أيضًا أغراض ثمينة مثل المجوهرات، وفى الأهرامات اللاحقة أضيفت نسخ مما يطلق عليه "متون الأهرام" تحوى طقوسًا وتعاويذ سحرية لضمان حياة آخرة لا تشوبها المشاكل. وشُيدت كل الأهرامات على حافة الصحراء فى الضفة الغربية للنيل، حيث تمثل الشمس الغاربة الموت. وكانت الأهرامات نفسها جزءًا من مجمع كبير يشمل معبدًا حيث يقدم الكهنة تَقْدِمات يومية من الطعام. كما يحوى المجمع أيضًا معبدًا جنائزيًا وهرمًا صغيرًا رمزيًا (الغرض منه غير واضح)، وعددًا من حفر الزوارق. وهناك ممر مسقوف وذو أسوار

جانبية يفضى إلى معبد الوادى المبنى على ضفة قناة تصل المجمع بالنيل. وبعد أن توضع مومياء الملك فى غرفة الدفن يتم إغلاق مدخل الهرم ويُخفَى خلف واحدة من أحجار الغلاف الخارجى. وكان الملوك يوقفون ضياعًا كبيرة على صروحهم بغرض تدبير إعاشة الكهنة والعاملين والحراس فى المجمع.

وهناك الكثير من الأمور المتعلقة بالأهرامات مما يحير العلماء، مثل الكيفية التى تم بها وضعهم بدقة متناهية فى محاذاة نجوم معينة. وأكبر لغز يكتنفها هو كيفية بنائها؛ بمعنى كيف أمكن رفع تلك الكتل الحجرية هائلة الحجم إلى مكانها. وتعتقد الغالبية العظمى من الأثريين والمؤرخين أن نظامًا ما يتضمن طرقًا منحدرة قد استُخدِم، ولكن ليس هناك اتفاق على الكيفية التى تم بها تدبير ذلك. وكذلك ليس هناك اتفاق على الغرض من بناء أهرامات صغيرة إضافية فى مجمع الأهرامات؛ رغم أنه من الواضح أن بعضها كان مقابر لأعضاء الأسرة الملكية، وبعضها الآخر لا يبدو أن ثمة غرضًا واضحًا منه.

وعلى الرغم من أن الأهرام قد بُنيت لتبقى إلى الأبد إلا أنها عانت من مشكلتين. فبمرور القرون انتزع البناؤون اللاحقون الأحجار الجيرية المكونة للغلاف الخارجى لاستخدامها فى أغراض أخرى، مثل بناء أهرامات أخرى. وبمجرد إزالة الغلاف بدأ القلب الداخلى فى التدهور. أما المشكلة الأخرى فخاصة بالملوك التالين. فقد كانت الأهرامات شديدة الوضوح وفى فترات الفوضى مثل الفترتين المتوسطتين الأولى والثانية، اقتحم لصوص المقابر كل غرف الدفن ونهبوا ما فيها. ولما كانت الأهرامات قد عجزت عن حماية بقايا الملك من ذلك التدنيس فقد نشأت طرق جديدة للدفن. ولعل أحمس الأول (ح١٥٥٠ ق.م.) كان آخر البناة العظام للأهرامات فى مصر. وبدلاً من بناء صروح هائلة الحجم، أصبحت القبور الملكية تُخفَى فى المنحدرات الصخرية لوديان يصعب الوصول إليها عبر النيل أمام طيبة. وربما كان تحتمس الأول (ح١٥٠٠ ق.م.) أول ملك من ملوك عديدة يُدفن فى وادٍ منعزل يعرف اليوم باسم وادى الملوك.

روبرت هندريك (ROBERT HENDRICK)

بناء هرم خوفو الأكبر

عندما شاهد هيرودوت هرم خوفو الأكبر وغيره من صروح مصر القديمة، كانت بالنسبة له على نفس الدرجة من القدم مثله هو بالنسبة لشخص حديث. وفى الحق، من المرجح أن العلماء الحديثين يعرفون عن هيرودوت أكثر مما كان يعرفه هو عن الأهرام أو عن الحضارة التى صنعتها وهى حضارة قديمة قدمًا لا يكاد يُصدَّق. وخمن هيرودوت أن المصريين استخدموا فى بنائها روافع عملاقة، وكتب فى مواضع أخرى أن خوفو كان ملكًا قاسيًا أجبر ما يقارب مئة ألف عبد على بذل العناء فى سبيل بناء هرمه.

استمرت أسطورة العمال العبيد طوال التاريخ، كما عبر عنها الفيلم السينمائى "الوصايا العشر" الذى أُنتِج سنة ١٩٥٦. ورغم روعة الفيلم الترفيهية، إلا أنه تمادى فى الصورة الخاطئة للتاريخ التى قدمها بتصوير عبودية العبرانيين بوصفها متزامنة مع بناء الأهرام – الأمر الذى يشبه تصوير جون كنيدى وشارلمان وكأنما هما متزامنان. وفى الحقيقة كان العمال الذين بنوا الأهرامات مصريين، ويبدو أنهم فعلوا ذلك بمحض إرادتهم، لإيمانهم بأن عملهم هو نوع من خدمة الآلهة. بل إنهم تركوا وراءهم مخربشات تشير إلى الفخر الذى كانوا يشعرون به فى عملهم – فقد كانت فرق العمل المختلفة، مثلاً، تطلق على نفسها بفخر أسماء من قبيل "المجموعة القوية" و"العصابة الصامدة".

كما لم تكن المجاميع التى بنت الهرم بالحجم الهائل الذى تصوره هيرودوت: فلم يزد عددهم على ٤٠٠٠ رجل، كانوا يعملون لمدة تزيد قليلاً على عشرين عامًا. كانت فكرة تمكنهم من تشييد بناء مثالى فى نِسبه – ويفعلون ذلك بدون العجلة وحيوانات الجر، أو أدوات حديدية – كانت فكرة محيرة دومًا، وأدت إلى الكثير من التخمينات. وفى الحقيقة، يؤمن المؤرخون أن العمل، رغم أنه إنجاز مبهر بجميع المقاييس، إلا أنه يمكن إتمامه دون اللجوء إلى روافع عملاقة ولا مجموعات من العبيد ولا ذكاء من الفضاء الخارجى، بل وبدون أية مساعدة خارجية.

جدسون نايت

لمزيد من القراءة

كتب

Andreu, Guillemette. Egypt in the Age of the Pyramids. Trans. by David Lorton. Ithaca: Cornell University Press, 1997.

Bierbrier, Morris. The Tomb-Builders of the Pharaohs. New York: Charles Scribner's Sons, 1984.

Clancy, Flora Simmons. Pyramids. Montreal: St. Remy Press, 1994.

Edwards, I. E. S. *The Pyramids of Egypt. Rev.* ed. Baltimore: Penguin Books, 1961.

Fakhry, Ahmed. *The Pyramids. 2nd ed. Chicago: University of Chicago Press, 1969.*

Lehner, Mark. *The Complete Pyramids. London: Thames and Hudson, 1997.*

دوريات

Spence, Kate. *"Ancient Egyptian Chronology and the Astronomical Orientation of Pyramids." Nature 408 (November 16, 2000): 320-24.*

Wilford, John Noble. "Early Pharaohs' Ghostly Fleet." New York Times (October 31, 2000): F1, F4.



هرم زوسر المدرج، بُنى أثناء عهد الأسرة الثالثة

نشأة المدن

نظرة شاملة

فى المجتمعات الزراعية المبكرة أدت التحسينات فى طرق الزراعة وتوفر مصادر للغذاء يعتمد عليها إلى الاستقرار الدائم. ولم يؤدّ فائض الغذاء إلى تزايد السكان فحسب وإنما حررهم من الانشغال الدائم بالبحث عن الطعام، فبدأت العمالة فى التخصص فى أنشطة مختلفة على شاكلة أعمال المعادن والنسيج، وصارت بعض الوظائف أكثر أهمية من غيرها. وبدأت تتضح ملامح هرم اجتماعى. وأتاحت الكتابة وسيلة لحفظ السجلات الإدارية، وفيما بعد صارت وسيلة لتسجيل الأدب.

الخلفية

كان التقدم التكنولوجى، بما فيه الكتابة، بما هو أكثر من مجرد الوفاء باحتياجات مجتمع شعبى، شرطًا أساسيًا لنشأة المدن. غير أن ذلك لم يكن كافيًا. فقد كان ثمة اعتباران آخران يلعبان أدوارًا. أولهما المقدرة على جمع الفائض الزراعى وتخزينه وتوزيعه، بما فى ذلك من تنظيمات اجتماعية. وثانيهما هو مناخ مُواتٍ على صورة تربة خصبة لنمو المحاصيل ومصدر للمياه قادر على تلبية احتياجات كل من الزراعة والاستهلاك الحضرى. تلك كانت أحوال وديان الأنهار التى نشأت فيها أقدم المدن.

اشـتـركت كل المدن المبكرة فى أنماط تنظيمـيـة عـامـة. فـقـد كـانت ثيـوقـراطيـات (الحكومـة توجـهها آلهـة)، وكـانت الصـفـوة وحـاشـيـاتهم يعـيشـون فى وسط المدينـة. وسهل هذا التنظيم كلاً من التفاعل بين أفراد الصفوة والدفاع ضد الهجوم الخارجى. وكانت الحوانيت ومقار إقامـة الحرفيين مثل النجـارين والمشـتـغـلين فى المجوهرات على مـبـعـدة من وسط المدينة، أمـا أفـقـر سكان الحضـر والمزارعـون فـقـد أقـامـوا فى أطراف المدينة.

ونشأت أول مدنٍ فى الهلال الخصيب، وهى تقاطع طرق يشمل بلاد الرافدين، فى حوالى ٣٥٠٠ ق.م. وكانت نوعية التربة والتعامل على مدى ألوف السنين مع شعوب من حضـارات مـختلفة حـافزين إضـافيين أسـهمـا فى نشـأة المدن. وكـان لتلك المدن أسس تكنولوجية وتركيبات قوى متشابهة، ولعلها بحلول ٢٠٠٠ ق.م. كانت تضم سكانًا قد يصل عددهم إلى عشرة آلاف. وفى ذلك الوقت كانت مجتمعات حضرية مزدهرةً فى دلتا نهر النيل أيضًا منذ أكثر من ألف عام. أما كون تلك المجتمعات قد نشأت تأثرًا ببلاد الرافدين أو نشأت مستقلة فهو من الأمور الخلافية.

وبحلول الألفيتين الثالثة والثانية ق.م. كانت المدن منتشرة بالفعل. وبحلول ٢٥٠٠ ق.م. كانت حضـارة وادى نهر السند قد تكونت بها مراكز حضرية هى موهنجو-دارو وهارابا فيما هو اليوم باكستان. وخلال ألف سنة أخرى ظهرت مستوطنات حضرية على ضفاف النهر الأصفر فى الصين.

وتشكل موهنجو-دارو وهارابا حالة خاصة. فهذه المراكز التى ازدهرت من (ح ٢٥٠٠ ق.م. إلى ح ١٧٠٠ ق.م.) كانتا معجزتين فى تخطيط المدن. فقد كانتا قلاعًا جيدة التحصين، وبداخلها قصور وصوامع غلال وحمامات، فهى مدن تتمتع بالحماية وتنتشر على شكل مستطيل صارم. وكانت أنظمة الصرف تخرج من المنازل، التى كانت بها حمامات، إلى بالوعات مبطنة بالقرميد. وكان الاقتصاد يقوم على الزراعة والتجارة. وعلى النقيض من حضارات مصر وبلاد الرافدين، لم يترك سكان حضارة السند وراءهم إلا النزر اليسير من المعلومات المكتوبة، مجرد نقوش مختصرة على

أختام لم يتم فك شفرتها بعد. ويشير الانتظام الصارم للكثير من سمات ما يطلق عليها حضارة هارابا، من تخطيط الطرقات إلى الموازين والمكاييل، تشير إلى مستوى مرتفع من التنظيم والإنجازات. غير أن تلك الحضارة لم تتبنَّ مطلقًا التقدم التقنى لبلاد الرافدين، التى كانت تتاجر معها. وماتت تلك الحضارة فى ظروف غامضة.

وفى القرن الرابع ق.م. سيطرت مدينة باتاليبوترا، فى شرق الهند، على حوض نهر الجانج بأكمله وكانت تدار بواسطة مجلس إدارى مكون من ٣٠ عضواً. وهى المدينة التى كانت تحوى قصر الإمبراطور أشوكا، وكان مبنيًا من الطوب والأخشاب ويكشف عن مهارات تكنولوجية رفيعة المستوى.

وفى أمريكا الوسطى أنشأ المايا (Maya) والزابوتك (Zapotecs) والمكستك (Mixtecs) والأزتك (Aztecs) مدنهم الفخمة الخاصة بهم، رغم أنه من غير المعلوم كيف ولماذا ظهرت تلك المدن. فتباهت تيوتيهواكان (Teotihuacán)، فى مكان مدينة مكسيكوسيتى الحديثة، تباهت بسكانها المائة ألف فى الألفية الميلادية الأولى. وهنا، مثلما كان الحال فى الشرق، كانت الكتابة ومعرفة القراءة والكتابة من العوامل الأساسية فى نشأة المراكز الحضرية وتطور العلم. ولكن نشأة المدن فى أمريكا الوسطى يتناقض مع الفرضيات المتعلقة بظهور المدن، فقد نشأت المدن هناك دون تقنيات على شاكلة استئناس الحيوان واختراع العجلة وفى ظل غياب فائض فى المياه والتربة الخصبة. وعلى صعيد آخر، فى منطقة الأنديز، حيث لم تكن الكتابة معروفة، لم تكن الهندسة المتقدمة والتركيبة السياسية المعقدة بكافية لتحفيز ظهور المدن.

وفيما بين القرنين السادس والثالث ق.م.، أصابت بلاد فارس والهند والصين موجات من التمدد الحضرى وَسَّع من الامتداد السابق لإمبراطورياتها. وفى أخريات الألفية الثانية ق.م. شرع الفينيقيون بناة السفن فى الانتشار غربًا مما منحهم السيادة والسلطان على البحر الأبيض. وبعد عدة قرون حذا الإغريق حذوهم، ونشأت الدول-المدن الإغريقية (وهى مدن وما يحيط بها من ريف) على طول شواطئ البحر الأبيض من آسيا الصغرى إلى إسبانيا وفرنسا.

وفى إنشائها للمدن كوسيلة لبسط تفوقها العسكرى فى الأماكن العديدة التى غزتها فعلت روما أكثر من أى إمبراطورية أخرى فى سبيل نشر حياة المدن فى أماكن كانت غير حضرية فى السابق. فكانت مدينتها الرئيسية روما تحوى ثلاثمائة ألف ساكن. وأول دول - مدن إيطالية نشأت كانت مستعمرات إغريقية. وبعد ذلك نشأت دول - مدن وطنية، منها روما التى أنشأتها قوة أجنبية فى ٧٥٣ ق.م. وفى ٥٠٠ ق.م. خلع الرومان الحكام الأجانب وأعلنوا الجمهورية التى حكمت للسنوات الأربعمائة التالية. وأصبحت روما إمبراطورية، وكان الاحتكاك مع وجهات نظر جديدة الذى يصاحب بناء الإمبراطوريات ضربة حظ غير متوقعة استفادت منها الآداب والفنون.

غير أن الاهتمام المتزايد بالغزو تسبب فى مشاكل فى الداخل. فتناوبت فترات الخلافات الداخلية مع فترات عم فيها السلام، تم فى أثنائها إنشاء نظام رائع للطرق ومحطات البريد. واشتعل حريق سنة ٦٤ م كانت نتيجته السعيدة تحول السكان إلى العيش على الضفة اليمنى لنهر التيبر، حيث بُنيت الشوارع العريضة والمبانى الفخمة. وخلال القرون القليلة التالية سقطت الإمبراطورية فريسة للفوضى، وفى ٣٥٩ م فقدت روما أهميتها السياسية. لم يبقَ من المدينة الأصلية إلا القليل، غير أن ما بقى شمل حمامات ومعابد ومسارح و١٩ قناة مياه. وقد نعمت المدينة بحماية الشرطة والصرف الصحى وقوة لإطفاء الحرائق من سبعة ألوية. وفى بعض الأحياء كانت هناك تدفئة مركزية ومياه جارية.

وتأسست مدينة باريس فى القرن الثالث ق.م. بواسطة قبيلة من السلت تسمى "باريسياى" (Parisii)، الذين بنوا أكواخهم فوق ما يعرف اليوم باسم "إيل دى لا سيتى" (Ile de la Cité) ولما غزا يوليوس قيصر (١٠٠-٤٤ ق.م.) باريس فى ٥٢ ق.م.، كانت مجرد قرية للصيادين تسمى "لوتيتيا باريسيورم (Lutetia Parisiorum) . وأثناء حكم أغسطس (٦٣ ق.م.-١٤ م) وصل اتساع المدينة إلى الضفة اليسرى لنهر السين. كان الاحتلال الرومانى عصر توسع سلمى، أنشأ فيه الرومان شبكة من الطرق بُنيت

أساساً للجيش وأتاحت طرقًا تجارية جديدة ونشأت مدن جديدة. وأثناء القرن الثانى الميلادى المزدهر دخلت المدينة فى حمى البناء. وتبقى سراديب الموتى تحت مونبارناس والحمامات شواهد من الأزمنة الرومانية.

التأثير

كان لنشأة المدن نتيجة عملية واحدة وهى انفصال البشر عن الموارد التى يحتاجونها للبقاء على قيد الحياة. ونشأت الأنظمة الاقتصادية والإدارية والاجتماعية للتعامل مع تلك الاحتياجات. فمثلاً، نظراً لكون سكان المدن لم يعودوا يعيشون على مقربة من مصادر الإعاشة أصبح لزامًا أن تتم زراعة الغذاء خارج المدن ثم يُنقل إلى داخلها. وأصبح التحكم فى المياه من القضايا الرئيسية، لا لمجرد توفير مياه الشرب للقاطنين وإنما بهدف التخلص من مياه الصرف الصحى. وتعطينا حضارتا وادى نهر السند والرومانية نماذج لأنظمة الصرف والرى والبالوعات والحمامات وقنوات إمداد المدن بالمياه. وصار من الممكن تنفيذ المشاريع العامة التى تحتاج لأعداد كبيرة من الناس نظراً لتوفر الأيدى العاملة. وتطور تخطيط المدن بحيث يتيح للمدن النمو بطريقة منظمة.

وساهم تخصص العمالة الذى أتاحته إمكانية إنتاج فائض من الغذاء فى حدوث ثورة حضرية ذات أبعاد هائلة. فقد كانت المدن تقع على طرق النقل الرئيسية، مما سمح بالدخول والخروج المستمرين للأفكار والاختراعات. ويضاف إلى ذلك أن مجرد تركز أعداد كبيرة من الخبراء شجع على الابتكار. وشجع التقدم التقنى المدن على مزيد من التوسع، مما كان يعنى أن السكان صارت لديهم حرية الوصول إلى الموارد البشرية والمادية من مناطق بعيدة. وعززت حرية الوصول هذه نشأة المزيد من المدن، وهكذا دواليك.

وتغيرت بيئة الجموع بكاملها. فآفات مثل الجدرى وأمراض الطفولة لا تستمر إلا فى وجود أعداد كبيرة من السكان، ولهذا فإن سكان المدن عاشوا فى تهديد دائم من عدوى الجراثيم وسوء الوقاية وتدنى مستوى النظافة. ومن الطبيعى أن الأمراض المعدية تصبح أيضًا نوعًا من الأسلحة البيولوجية. فشعب غازٍ تَعَوَّد على معايشة الأمراض يمكنه بسهولة إدخالها إلى أقوام بريئة ساذجة. والشعوب التى تصاب بهذه الطريقة تستسلم بسهولة، مما يسهل عملية غزو الأراضى.

ولم تكن الأمراض هى التهديد الوحيد الذى يتهدد المدن. فانهيار وسائل النقل وإخفاق المحاصيل يمكن أن يؤديا إلى المجاعة فى وقت قصير. ولهذا بدأت المدن تعتمد على المزارعين الريفيين لإنتاج فوائض الطعام والعمالة لتعويض النقص فى هذين الأمرين. وكان هذا الاعتماد شديدًا فى الحقيقة بحيث أصبحت الحضارات غير قادرة على التقدم بدونه. غير أن تدفق الناس لم يكن دائمًا تجاه المدينة. فأحيانًا، وبخاصة فى أوقات الازدهار، حدث أن فائض العمالة كان يُقسَرُ على العودة تجاه الريف. وكانت الثورات والحروب الأهلية والغزوات نوعًا من سبل التصحيح الذاتى بالإقلال من الزيادة السكانية القادمة من الريف.

فى كل الحضارات المبكرة كانت المدن مراكز للابتكارات والتطور. وأصبح ازدهار الحضارة الذى سار موازيًا لنهضة المدن أداة لإعادة تشكيل العالم. وبسقوط الإمبراطورية الرومانية دخلت المدن فى أوروبا الغربية فى مرحلة اضمحلال، وانتقلت وظائفها كمراكز للتعليم والفنون إلى الأديرة. أما فى الشرق فقد كان فشل المدن استثناءً. وبمرور الوقت عادت أوروبا الحضرية إلى الحياة مرة أخرى، كنتيجة لدورة انتقال التكنولوجيا والهجرات البشرية التى ساعدت المدن على البقاء.

جيزل فايس (GISELLE WEISS)

لمزيد من القراءة

Ancient Cities. Scientific American Special Issue. New York: Scientific American, 1994.

McNeill, William H. Plagues and Peoples. New York: Anchor Books, 1976.

Stambaugh, J. E. The Ancient Roman City. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1988.

Tomlinson, R. From Mycenae to Constantinople: The Evolution of the Ancient City. London: Routledge, 1992.

انتصارات العالم القديم فى الهندسة المعمارية والفن:
عجائب الدنيا السبع والبارثينون

نظرة شاملة

أصبح تعبير "عجائب الدنيا السبع" شائعًا بحيث كثيراً ما يتحدث الناس عن أشياء بل حتى عن أفراد بوصفهم "العجيبة الثامنة فى العالم". وهناك قوائم من سبع عجائب حديثة، وسبع عجائب طبيعية، وسبع عجائب من العصور الوسطى، وغير ذلك؛ ولكن كل ذلك تعود جذوره إلى فكرة عجائب العالم القديم السبع. وفى الوقت الذى تمثل فيه الهندسة الرومانية انتصاراً قديمًا فى التطبيقات العملية للتكنولوجيا، فإن تلك الأبنية تقف متفردة لأسباب أخرى: الناحية الجمالية، والعظمة المادية (إما فى الحجم أو فى التفاصيل أو كليهما)، والتوحد السياسى للشعوب التى بنتها.

تشمل عجائب الدنيا السبع مقبرتين وتمثالين ومعبداً وفناراً ومجموعة من الحدائق المعلقة. ومنها واحدة من كلٍّ من الحضارتين المصرية والبابلية، وخمسة أبنية من الحضارة الهللينية والهللينستية متناثرة فوق ثلاث قارات. وفى الحق، ثمة سمة واضحة فى القائمة وهى رجحان المبانى الإغريقية، وهو أمر نبع من حقيقة أن فكرة تلك القائمة تعود إلى هيرودوت المؤرخ الإغريقى (٤٨٤؟- ٤٢٠؟ ق.م.).

غير أن الأمر أعمق من ذلك بكثير. فالتأثر بالمصريين، بناة أقدم تلك العجائب، جعل الإغريق يضعون مقاييس جديدة للجمال والمتانة نتج عنها تعريفات دائمة للمنجزات المعمارية والفنية. ولهذا السبب تستحق مبانى الأكروبوليس الأثينى وبخاصة

البارثينون، أن نتناولها بالحديث بجانب المبانى التى شملتها القائمة الرسمية، أو المقبولة، لعجائب الدنيا السبع.

الخلفية

لا يمكن لهيرودوت أن يكون قد علم بوجود أكثر من ثلاثة من العجائب السبع، وربما اثنتين منها فقط، لأن بعض المؤرخين يشككون فى وجود حدائق بابل المعلقة وأنها لا تزيد عن كونها تلفيقًا من جانب خيالات الكتاب الإغريق. فقد تضمنت قائمته الأهرامات والحدائق المعلقة، وكذلك أسوار بابل، لأنها - رغم أن الأخيرة لم تدخل القائمة النهائية - تظهر فى أول صورة نهائية للقائمة، التى تُنسَب للمؤرخ أنتيبار الصيداوى (Antipater of Sidon) فى القرن الثانى ق.م. ولم تتخذ القائمة شكلها النهائى إلا فى بواكير العصر الحديث، ويعود الفضل فى ذلك إلى الرسام الهولندى مارتن فان هيمسكيرك (Maarten van Heemskerck) ، الذى وضع رسومات لكل عجيبة من العجائب.

فى زمن هيمسكيرك كان عدد العجائب القديمة الباقية هو عددها اليوم: وهو واحد. وهذه العجيبة الوحيدة هى الهرم الأكبر فى الجيزة، وهو أول عجيبة بُنيت وأقدم بما يقارب ألفى سنة من تشييد العجيبة الثانية. وكانت العجيبة الأخيرة، وهى فنار الإسكندرية، هى أيضًا آخر ما تهدم من العجائب، وتوقفت عن العمل قبل سنوات قليلة من مولد هيمسكيرك.

ومن الطبيعى أن تكون ثمة درجة من التناسق فى حقيقة أن أول وآخر عجيبة كانتا فى مصر، ولكن مصر أيام بناة الأهرام تختلف اختلافًا شاسعًا عن مصر التى شهدت بناء فنار الإسكندرية بعد ٢٣ قرنًا من بناء الهرم. ففى تلك الأثناء كانت الحضارة الإغريقية قد انتشرت من موطنها فى جنوب شرقى أوروبا لتتخلل عالم البحر الأبيض بأكمله، ومن ثم كانت التفرقة بين مصطلحى هللينى (إغريقى)

وهللينستى (أى تحت التأثير الإغريقى). لم تكن الإسكندرية موطنًا للفنار فحسب وإنما لعجيبة من نوع خاص هى مكتبة المدينة، الذى وضع أمينها كاليماخوس السيرينى (Callimachus of Cyrene) (٣٠٥-٢٤٠ ق.م.) "قائمة بعجائب العالم". ولن يتسنى لنا أبدًا معرفة ما جاء بقائمته من مبانى، لأن مخطوطه قد فُقد، مثله فى ذلك مثل المكتبة.

هذا السجل الحزين للفقدان والتدمير لا يفيد سوى فى إلقاء الضوء على الحظ الرائع لبقاء واحد على الأقل من تلك المبانى، وتزيد من قيمة الهرم وأهميته حقيقة أنه بهذا الحجم الهائل وأنه، من بعض النواحى، أقرب بناء إلى الكمال. وثمة أمور تتعلق بهذا المبنى تفرض نفسها علينا، ليس أقلها قِدَمُه: فقد بُنى فى الفترة ما بين حوالى ٢٥٥٠ إلى ٢٥٣٠ ق.م.، فكان الهرم قديمًا فى نظر أنتيبار الصيداوى بمثل ما هو قديم فى نظر المشاهد الحديث.

بُنيت كل الأهرامات الكبيرة بمصر فى عصر الدولة القديمة (٢٦٥٠-٢١٥٠ ق.م.)، ولكن هناك هرمًا واحدًا أكبر مع التشديد على "أكبر" أقيم من أجل الفرعون خوفو (حكم ٢٥٥١-٢٥٢٨ ق.م.). وكان ارتفاعه الأصلى ١٤٧ مترًا، وهو الآن أقصر بعشرة أمتار نظرًا لإزالة غلافه الخارجى النهائى بواسطة حكام مصر من العرب فى العصور الوسطى، لكنه يبقى بناء ذا أبعاد مذهلة. ويصل ارتفاعه إلى ما يعادل ارتفاع مبنًى مكونٍ من خمسين طابقًا، وقد مر ما يقارب ٤٠٠٠ سنة قبل أن يُقام مبنى أعلى منه، وهو كاتدرائية مدينة كولون بألمانيا فى القرن الثالث عشر. وفى الإمكان وضع كاتدرائية كولون، ويبلغ طول ضلعها ٢٣٠ مترًا، ومعها كاتدرائيات سان بيتر بروما، ووستمنستر أبى وسانت بول بلندن، وكذلك كاتدرائيات فلورنسا وميلانو، يمكن وضعها جميعها بجوار بعضها ويمنتهى الراحة على قاعدة الهرم. أو إذا استخدمنا التعبيرات الأمريكية الحديثة فإن الهرم يشغل مساحة تساوى عشرة ملاعب كرة قدم.

ويتضمن الهرم مليونى كتلة حجرية، تزن كل منها ما يزيد على ٢,٥ طن. وقد قُدِّر أن الهرم به من الحجارة ما يكفى لبناء سور ارتفاعه ثلاثة أمتار وسمكه ٣٠ سنتيمترًا يدور حول فرنسا كلها. وبالرغم من ذلك وكما هو معروف نجد أن حجارته الداخلية تتطابق مع بعضها، بدون ملاط، بحيث يصبح من المستحيل تمرير بطاقة بينها. وتحمل غرفة دفن الفرعون الداخلية فوقها أوزانًا هائلة من الحجارة، بواسطة تصميم عبقرى لسقف مثلث الشكل يزيح ثقل الحجارة من فوقها. ويحوى الهرم أيضًا حجرات وممرات هروب. وأكثر ما يثير الانبهار هو أن أقصى فرق بين أطوال جوانب لهذا المبنى الضخم أقل من ١,٠ بالمائة، مما يجعله أكثر تربيعًا بكثير من المنزل المتوسط الذى يقام فى أمريكا اليوم.

ومن المثير للاندهاش إذًا أن نعرف أن الذين بنوا الهرم لم تكن لديهم دراية بالأدوات الحديدية ولا بالعجلة. وإذا جمعنا هذه الحقائق مع الدقة المتناهية فى اتجاهاته - فكل جانب من جوانبه يواجه واحدة من الاتجاهات الأساسية للبوصلة - نجد أن ذلك أدى فى الأزمنة الحديثة إلى ظهور اقتراحات تنتمى للعلم الملفق أو غير علمية بأن كائنات فضائية هى التى قامت ببنائه. غير أن الأكثر إثارة هى النظريات الأكثر واقعية المتعلقة بكيفية بناء الهرم وهى نظريات تلقى الضوء على سعة حيلة الحضارة التى شيدت هذا الصرح الكبير بدلاً من التحجج بالسحر القادم من السماء.

وفى الحقيقة يعتقد الأثريون المحدثون بصورة عامة أنه باستخدام فرق العمل المصرية الكبيرة (والتى لم يكن أفرادها من العبيد كما هو القول الشائع)، يكون فى الإمكان رفع كتل الهرم الحجرية باستخدام منحدرات ترابية. وهذه كانت تُبنى بحذاء الهرم نفسه، ثم تزال بعد إتمام البناء. كما أنه من الجائز أيضًا أن يكون المصريون قد استخدموا روافع طويلة، وهى أقدم نمط من الآلات الميكانيكية. وفيما يختص بنقل الكتل الحجرية من المحاجر صُعُدًا فى النيل من أسوان، فذلك أيضًا أمر يمكن تحقيقه باستخدام الصنادل النهرية التى كانت متاحة لدى المصريين آنذاك.

التأثير

إذا ما قارنا بين الهرم الأكبر وحدائق بابل المعلقة نجد أن الحدائق أحدث من الهرم نسبيًا، ورغم ذلك لم يتبقَّ منها إلا القليل بحيث اعتقد البعض في وقت ما أنها من قبيل الخيال. وتقول الأساطير أن الملك البابلي نبوخذنصر الثاني (؟٦٣٠-٥٦٢ ق.م.) أراد أن يشيد مبنى يدخل السعادة إلى قلب زوجته، التي أتت من أرض ميديا الجبلية، وأصابها الحنين للوطن في سهول بلاد الرافدين المنبسطة. ولهذا أمر بتشييد مجموعة ضخمة من المباني ذات المصاطب بها كل أنواع النباتات المورقة التي يرويها نظام ري معقد.

وصف كاتب إغريقي الحدائق المعلقة بأنها "عمل فني به ترف ملكي"، ولكنه في الأغلب كان يعتمد على خياله وليس على مشاهدة مباشرة. ولا تحتوي السجلات البابلية من أيام نبوخذنصر على أية إشارة إلى الحدائق المعلقة، ويؤكد بعض المؤرخين أن فكرة الحدائق جاءت نتيجة روايات حكاها جنود الإسكندر الأكبر (٣٥٦-٣٢٣ ق.م.) بعد أن شاهدوا المدينة العظيمة بعد مرور سنوات عديدة. غير أنه حدث في أخريات القرن العشرين أن بدأوا يعثرون على بعض البقايا في بابل، التي كانت وقتها أطلالاً في جنوب العراق، منها سور ضخم قد يكون مدرجًا لبناء مصاطب.

ويملك المؤرخون معلومات أكثر بكثير عن معبد أرتميس في إفيسوس في آسيا الصغرى، الذي شيده حوالي ٥٥٠ ق.م. كروسوس (حكم ؟٥٦٠-٥٤٦ ق.م.) ملك ليديا . ورغم أن كروسوس سبق العصر الذهبي للحضارة الإغريقية، إلا أن المعبد يرتبط بالحضارة الهللينية لأنه بمرور السنين ناله الكثير من التحسينات على يد المثالين الإغريق مثل فيدياس (Phidias) (؟٤٩٠-؟٤٣٠ ق.م.) وبوليكليتوس (Polyclitus) (القرن الخامس ق.م.). وكانت الربة المعبودة على علاقة وثيقة بالربة الإغريقية ديانا، ولكن المعبد حمل أيضًا سمات من حضارات أخرى، وضحت في الزخارف المأخوذة من بلاد فارس والهند. وبالإضافة إلى سماته الدولية نجد أن المعبد، أو على الأقل عبادة

أرتميس، قد جاء ذكرها فى التوراة على لسان بولس الرسول (؟٥ م-؟٦٧)، الذى كان يعظ الإفيسوسيين ويحثهم على نبذ عبادة الأوثان.

مر المعبد، الذى اكتسب مكانته فى قائمة عجائب الدنيا السبع من صفاته الجمالية وليس من أى إنجاز هندسى يمثله، مر بعدة مراحل من إعادة البعث إلى الحياة. ففى ٢١ يوليو سنة ٣٥٦ ق.م. قام المدعو هيروستراتوس بإحراق المعبد فانهار تماماً. وتكمن أهمية تاريخ ذلك اليوم فى أنه يوم ولد الإسكندر الأكبر، الذى ساهم فى إعادة بناء المعبد. وفى ٢٦٢ م غزا القوط المدينة ودمروا المعبد، ولكن الإفيسوسيين أعادوا بناءه - ثم دُمر إلى الأبد فى ٤٠١ م على يد الزعيم المسيحى المتحمس سانت جون كريسوستوم (St. John Chrysostom) (٣٤٧-٤٠٧م).

كانت العجيبة التالية من العجائب السبع تمثال زيوس فى أوليبيا الذى نحته المثال فيدياس، ولكن هذا التمثال العظيم لا بد أن ننظر إليه من خلال المشهد الأكبر وهو العصر الذهبى للإغريق، الذى استمر من الانتصار على الفرس فى سلاميس فى ٤٧٩ ق.م. وحتى هزيمة الإسبرطيين لأثينا فى حروب البيلوبونيز بعدها بثلاثة وسبعين سنة. كان عصراً حكمت فيه أثينا، بزعامة بركليس (؟٤٩٥-٤٢٩ ق.م) العالم الإغريقى - وهو العصر الذى يستحق عن حق لقب "الذهبى" فى ضوء منجزاته العظيمة الفكرية والثقافية.

كان البرنامج الكبير لإعادة البناء الذى تولاه بركليس رمزاً للثقة الأثينية بالنفس، ولم يكتفِ بركليس باستهداف إعادة بناء المدينة التى دمرها الفرس فحسب وإنما شيد أيضاً نُصُباً معمرة تشهد بالدولة الديمقراطية التى أسهم هو وآخرون فى قيامها والمحافظة عليها. وكان بأثينا، مثل سائر المدن الإغريقية، أكروبوليس خاص بها، وهو قلعة مرتفعة، قرر بركليس أن يشيد فيها عدة مبانٍ كبيرة الحجم: وهى معبد لنايكى الأثينية (Athena Nike) [إلهة النصر عند الإغريق]؛ ومبنى الإركثيون (Erech-theion)، الذى اشتهر برواق الكارياتيديين (Caryatids)؛ والمدخل الضخم المسمى

بروبيلايا (Propylaia)؛ ومعبد لأثينا، العذراء أو "بارثينوس" (parthenos) التى سميت المدينة باسمها.

ويبدو البارثينون فى جماله المهدم - فقد عانى من انفجار أثناء حرب دارت رحاها سنة ١٦٨٧ بين البندقية والأتراك عندما كان يستخدم كمخزن للذخيرة - يبدو كأنما يهمس بأعمق طموحات البشرية، ممثلةً فى قوته المادية والبساطة الناعمة لتصميمه. وفى فترة بنائه كان طرازان مميزان للهندسة المعمارية اليونانية قد ظهرا، وهما الدورى (Doric) والإيونى (Ionic). ثمة طراز ثالث ظهر أيضًا وهو الكورينثى Co-rinthian، ولكنه فى الحقيقة كان نسخة معدلة من الإيونى يتميز فى المقام الأول باختلافات فى تصميم التاج أو القمة الزخرفية للعمود). ويتضح فى كلٍّ من الطراز الدورى البسيط والإيونى الأقل رسميةً مدى تأثير المصريين، الذين كانوا يعتمدون على الأشكال الطبيعية فى تصميم الأعمدة، واستغلوا ذلك فى استثارة استجابة عاطفية قوية فى نفوس المشاهدين.

بُنى البارثينون نفسه على الطراز الدورى، مع سمات إيونية مثل الإفريز المستمر، أو النحت البارز، الذى يشغل القوصرة، أى الجمالون المثلث [فى أعلى واجهة المبنى]. كان السقف يستند إلى صف واحد من الأعمدة، ثمانية فى الأمام والخلف وسبعة عشر فى كل جانب. ومن الجلى أن المهندسَين المعماريَّين، إكتينوس (Ictinus) وكاليكراتيس (Callicrates)، كان لديهما استيعاب عالٍ للكيفية التى يرى بها البشر الأشياء فى الفراغ. ففى أماكن كثيرة حيث تبدو الخطوط مستقيمة نجد أنها فى حقيقة الأمر مقوسة؛ لأن الخط المستقيم حقا يبدو كأنما هو مقوس. وبالمثل نجد أن الأعمدة منتفخة قليلاً عند منتصفها لكى تبدو كأنما تستدق بنعومة من القاعدة إلى القمة.

ولدى المؤرخين أفكار أقل وضوحًا فيما يتعلق بالجزء الداخلى للبارثينون كما كان فى العصر الكلاسيكى الإغريقى. ففى المنتصف كان ثمة تمثال ضخم لأثينا، نحته فيدياس وكان مصنوعًا من الذهب والفضة. ولعله كان يُظهر أثينا تحمل درعًا وأسلحة الحرب؛ وعلى أية حال، لم تتح الفرصة سوى لعدد قليل من الأثينيين

لمشاهدته، لأن الغرف الداخلية للبارثينون كانت مخصصة للكهنة. وكان تمثال أثينا مرتبطًا أيضًا بأفول نفوذ بركليس، واتهم أعداؤه المثّال فيدياس بأنه سرق جزءًا من ذهب التمثال، ونحت صورًا لنفسه ولبركليس على درع أثينا - وهى اتهامات، إن صحت، كانت تشكل إهانة بالغة للربة. ونجحوا فى إلصاق التهم، وأُجبر فيدياس على مغادرة أثينا.

غير أن أشهر أعمال فيدياس كانت بعد ذلك، عندما كلفته مدينة أوليبيا، موطن الألعاب الأوليبية، بصنع تمثال لزيوس لمعبدهم. كان التمثال مغطى بالذهب والعاج، ويمثل الإله جالسًا بارتفاع ١٣ مترًا، ولو كان التمثال واقفًا لاخترقت رأس زيوس سقف المعبد. ويعتبر البعض أن ذلك كان خطأً فى التصميم، ولكن الحقيقة تقول إنه كان سمة مميزة لروعة التمثال، فقد أوضح بجلاء عظمة حجم الإله.

ومثلما كان الحال مع معبد أرتميس، كان معبد أوليبيا يحوى هدايا من أجزاء أخرى من العالم، مما يتلاءم مع وضع المدينة كمكان لتجمع الدول-المدن لبلاد اليونان. غير أن شهرة المعبد ذبلت مع ذبول بلاد اليونان نفسها، وبعد أن حَرَّمَ ثيودوسيوس الأول (٣٤٧-٣٩٥) إمبراطور روما الألعاب الأوليبية بوصفها احتفالات وثنية، سقط الموقع فريسة للإهمال والتلف، ودمرت الزلازل والانهيارات الأرضية والفيضانات الجانب الأعظم من المعبد، ثم شب فيه حريق فى ٤٦٢ م تركه أطلالاً.

كان خامس العجائب السبع هو ضريح هاليكارناسوس (مسقط رأس هيرودوت) فى آسيا الصغرى. وقد بُنى هذا الضريح من أجل ماوسولوس (حكم ٣٧٧؟-٣٥٣؟ ق.م.)، الذى كان يحكم مملكة تابعة للإمبراطورية الفارسية. ومثلما كان حال معبد أرتميس القريب، ساهم عدد من المثالين الإغريق فى بنائه، وزُين الضريح بكل أنواع التماثيل من الحجم الطبيعى أو أكبر منه تصور بشرًا وأسودًا وخيلاً. وفى الحق، كان من بين السمات المميزة للضريح أن أعماله الفنية صورت أشكالاً طبيعية وليس آلهة وأبطالاً مثل غالبية الفن الزخرفى الإغريقى. ويعود الفضل إلى هذا المبنى - الذى دمره فرسان سانت جون من مالطا لاستخدام حجارته فى بناء قلعة فى أواخر القرن

الخامس عشر – فى أن غالبية أضرحة الدفن فوق سطح الأرض ما زالت يُطلق عليها اليوم اسم ماوسولیامات (mausoleums).

ومثلما كان الضريح هو المقبرة الثانية فى قائمة عجائب الدنيا كان تمثال رودس العملاق ثانى تمثال فى القائمة، وعلى غرار الأكروبوليس الأثينى كان يمثل الثقة بالنفس التى كان يشعر بها شعب حقق لتوه انتصارًا ضد غزاة. ففى ٣٠٥ ق.م. هاجم الأنتيجونيون من مقدونية الدول – المدن فى رودس والتى كانت قد توحدت قبل قرن. وبعد حصار طويل أجبرت المقاومة الروديسية الأنتيجونيين على الانسحاب. وترك الغزاة كمية كبيرة من السلاح، باعه الروديسيون لجمع الأموال اللازمة لبناء تمثال لإله الشمس هليوس أو أبوللو.

انتهى بناء التمثال العملاق فى ٢٨٢ ق.م. وبلغ ارتفاعه ٣٣ مترًا. ورغم أنه "يحمى الميناء" من الناحية المعنوية إلا أنه لم يكن يباعد بين قدميه فوق مدخل الميناء كما كانت تصوره خطأً العديد من التصاوير. فلكى يفعل ذلك كان يتعين أن يكون التمثال أكبر حجمًا بكثير من التمثال الذى كان بالفعل عملاقًا بطريقة لا تصدق؛ ويضاف إلى ذلك، أنه عندما دمر زلزال التمثال عند ركبتيه بعد ٥٤ سنة فقط من بنائه (مما يجعله أقصر عجائب الدنيا عمرًا)، فإن التمثال المكسور كان ليسد مدخل الميناء.

وبصرف النظر عن ذلك، كتب بلينى الأكبر (٢٣؟-٧٩م) يقول "إن عددًا قليلاً فقط من الأشخاص يستطيع أن يلف ذراعيه حول إبهام التمثال" الممدد على الأرض. بقيت أطلال التمثال فى مكانها حتى غزا العرب جزيرة رودس فى ٦٥٤م وقاموا بتفكيك البقايا وباعوها لتاجر يهودى من سوريا، قيل إنه احتاج لتسعمائة جمل كى ينقل القطع. وفى قرون تالية، صار التمثال العملاق نموذجًا لتماثيل عملاقة عديدة تصور أشخاصًا، أشهرها تمثال الحرية فى الولايات المتحدة.

وأخيراً، هناك فنار الإسكندرية، وهو العجيبة الوحيدة من العجائب السبع الذى كانت له وظيفة عملية. بُنى الفنار على جزيرة فاروس (ولهذا يطلق عليه أحيانًا اسم فنار فاروس)، وبدأ بناؤه فى حوالى ٢٩٠ ق.م.، وكان اسم مهندسه سوستراتوس. كان الشاطئ بالقرب من الإسكندرية منطقة خطيرة، ولهذا كان الفنار، الذى كان يصل ارتفاعه إلى ما يساوى ارتفاع مبنى من ٤٠ طابقًا، إضافة نافعة للمنطقة. ويتكون قلب المبنى من ممر رأسى يحوى بَكَرًا لرفع الوقود، الذى كان يشعل نارًا تتوهج ليلاً. وفى أثناء النهار كانت مرآة عملاقة تقوم بعكس أشعة الشمس لتحذير السفن فى عرض البحر لمسافة تصل إلى ٥٠ كيلومترًا. كما قيل أيضًا إن المرآة لها وظيفة دفاعية، باستخدام أشعة الشمس لإحراق سفن الأعداء بعيدًا فى البحر.

ومثلما حدث مع العديد من العجائب الأخرى، جاءت نهاية الفنار بواسطة زلازل حدثت فى سنتى ١٣٠٣ و١٣٢٣. وعندما احتاج السلطان المملوكى قايتباى لتقوية دفاعات المدينة فى ١٤٨٠، استخدم الأحجار والرخام الساقطة من الفنار ليبنى قلعة على ذات موقع الفنار. ثم حدث بعد أكثر من نصف ألفية، سنة ١٩٩٦، أن غطاسين قبالة الشاطئ المصرى عثروا على بقايا الفنار الشهير، وفى ١٩٩٨، أعلنت شركة فرنسية عن خطة لإعادة بناء المبنى الكبير على نفس موقعه القديم.

هذا الأمر الأخير ينم عن الإغراء والفتنة التى تتمتع بها العجائب السبع، بالرغم من أنه يلزم التنويه بأن عدداً من المبانى القديمة الأخرى – مثل سور الصين العظيم أو أهرامات الشمس فى مدينة تيوتيهواكان بأمريكا الوسطى – تستحق دون شك لقب "العجائب القديمة". غير أن المبانى على القائمة الرسمية، ومعها البارثينون وغيره من المبانى الكبيرة لبلاد اليونان فى عصرها الكلاسيكى، لها جاذبية خاصة عند الحضارة الغربية. وجميعها ترمز إلى أعظم التطلعات البشرية، والإغراء المستمر الذى يكمن فى استخدام العقل فى السيطرة على العالم المادى.

جدسون نايت

لمزيد من القراءة

Bowra, C. M. Classical Greece. New York: Time-Life Books, 1965.

Lullies, Reinhard, and Max Hirmer. Greek Sculpture. New York: H. N. Abrams, 1957.

Robertson, Donald Struan. A Handbook of Greek and Roman Architecture. New York: Cambridge University Press, 1959.

Scarre, Christopher. The Seventy Wonders of the Ancient World: The Great Monuments and How They Were Built. New York: Thames & Hudson, 1999.



بُنى البارثينون فى منتصف القرن الخامس ق.م. فوق الأكروبوليس

بناء إمبراطورية وتراثٍ: الهندسة الرومانية

نظرة شاملة

صمم مهندسو روما القديمة مشاريع عديدة وبنوها تلبية لاحتياجات أمة حضرية وإمبريالية. وبتصميمهم للعقد نصف الدائرى، والقبو البرميلى الشكل، والإسمنت الهيدروليكى، فقد غيروا من شكل المعمار والتشييد فى العالم القديم. وكانت النتائج مبهرة من حيث حجمها واستخداماتها العملية وتركت أثرها فى تشكيل طراز معمارى أبدى.

الخلفية

صنع المهندسون المدنيون والمعماريون الرومان سلسلة من المبانى تلبية لأهداف متنوعة للمجتمع الرومانى. وانشغلوا بمجال واسع من المشاريع، ما بين الدينية والعلمانية، والترفيهية والنفعية، والعسكرية والمنزلية. وبتحسيناتهم التى أدخلوها على تقنيات ورثوها من حضارات أقدم مثل المصرية والإغريقية، أضافوا إسهاماتهم الشخصية ليحددوا بها معالم تركيبات أو تصميمات اصطلح على تسميتها بالرومانية. وباعتمادهم على تنوع من المواد، مثل الصلصال والطوب والملاط والحجر الجيرى والرخام والتوفة (نوع من الطين البركاني)، خاطبوا احتياجات مجتمع يرتكز على المدن ونَشَر امتداده وتأثيره فى العالم الغربى المعروف.

كانت متطلبات ثقافة هيدروليكية من بين تلك الاحتياجات المتعددة وفيها هيمن الحصول على الماء والسيطرة عليه على أنشطة المجتمع، واستجاب الرومان بالقنوات

التي تمد المدن بالماء والأنفاق والسحب بالشفط (السحارات) والسدود وبالوعات الصرف. وقد بنى الرومان أنظمة قنوات هائلة من الطوب والحجارة لجلب المياه من الجبال إلى المراكز الحضرية. وأتاح استغلال مبدأ النقل بالجاذبية للمهندسين الرومان أن ينقلوا المياه في أنظمة قنوات لمسافات من ٦٤ إلى ٨٠ كيلومتراً.

وباستخدام العقود للمرور فوق الوديان أنتج هؤلاء المهندسون قنوات مائية نقلت أحجامًا من المياه يعادل الاحتياجات الأساسية للعديد من المدن الأوروبية في القرن العشرين. فمثلاً تمر قنطرة "بون دى جارد" (Pont du Gard) فوق نهر جارد في جنوب فرنسا وهي مكونة من ثلاث طبقات ويصل ارتفاعها إلى ٤٩ متراً وتنقل المياه إلى مدينة نيمس (Nimes) . ولكي يعززوا من نظام القنوات باهظ التكاليف بنى البناة الرومان أيضًا سدوداً من الركام والطوب والحجارة وكذلك خزانات لتخزين المياه للاستخدامات المنزلية أو لتزويد الطواحين التي تعمل بطاقة المياه، وبخاصة طواحين الحبوب. واستخدم الرومان أيضًا براعتهم في الهندسة الهيدروليكية لتزويد الحمامات العامة بالمياه، وللاستخدام المنزلي، وصرف الفضلات في أنظمة صرف صحي واسعة النطاق.

ولكي يواجهوا تحديات الاحتياجات الحضرية اعتمد الرومان بشدة على مادة غير منفذة للماء، وهي الإسمنت الهيدروليكي، التي كانت متاحة أمامهم على صورة كميات هائلة من رمال بوزولانا (pozzolana sand) أو الرماد السيليكوني البركاني. وهي مادة يمكن استخدامها تحت الماء في بناء الأعمدة التي تحمل الكباري، وكانت لها خاصية مقاومة الحريق، وتستطيع مقاومة تأثيرات الطقس. كما زادت من متانة الملاط المستخدم في تثبيت الطوب أو الأحجار في مكانها في مبانٍ عديدة. وأتاح الاستخدام الواسع لهذه المادة للمهندسين الرومان أن يبنوا أبنية وكبارى ومشاريع أخرى متينة على نطاق واسع.

وقد أتاح العقد الممتد والقبو البرميلي الشكل للرومان تقنية جديدة للإحاطة بالفراغات. ويتكرر ظهور هذه العناصر المعمارية في بنايات على شاكلة المسارح

والمدرجات والحمامات العمومية ومباني البازيليك. وصار العقد سمة مميزة للكثير من الساحات مثل الكولوسيوم (Colosseum) في روما، ويعمل كمداخل ومخارج للمبنى وكذلك على صورة متعددة الطوابق لزيادة ارتفاع المبنى. وكان استخدامه كقبو يحدد الممرات والأسقف، والأماكن الداخلية الفخمة وسمح بتكبير المسافات بين الدعامات أكبر مما كان موجوداً في العالم القديم. أما الكولوسيوم ذاته، بمداخله العديدة المقباة، فكان يعطي الانطباع بفراغ داخلي فسيح، بينما الحقيقة تقول إن مبنى هائل الحجم يدعم ذلك الفراغ الداخلي الذي يتسع لما بين ٤٥,٠٠٠ و٥٠,٠٠٠ متفرج. وعلى الجدار الخارجي ثمة ثمانون عقداً لتسهيل دخول المبنى والخروج منه. كما اجتمع أيضاً هذا التصميم الناجح مع العمود وعتبات الأبواب العليا مما خلق طرازاً معمارياً تقليدياً ومتيناً تغلغل في كل أرجاء العالم الروماني.

واجتمع العَقْد والقبة البرميلية الشكل في واحدة من أكثر البازيليكات القديمة إبهاراً في روما القديمة، وهي بازيليكا ماكسنتيوس (Basilica of Maxentius)، التي هيمنت بقبتها البالغ طولها ٧٩ متراً وعرضها ٢٤ متراً على الساحة العامة في روما. وهيمن على المبنى ثلاثة عقود رئيسية وأسقف ذات زخارف غائرة، وكان ذلك سمات زخرفية شائعة في داخل المباني الرومانية. وكانت النتيجة أكبر قاعة بُنيت في العالم القديم.

كما كان المعماريون الرومان أيضاً رواداً في استخدام القبة المستديرة بتطويرهم العَقْد والقبو. وبخلاف الإغريق، بنى الرومان الأماكن المغلقة وركزوا على داخلية المباني. وكان بانثيون روما أكثر نتائج بناء القباب إبهاراً، وهو معبد بلغت أبعاد قبته ٤٣ متراً في القطر والارتفاع، بعد اكتمالها بنوافذها المستديرة (قطرها ٧,٦ متراً)، وبذلك كانت أكبر قبة في الغرب حتى بُنيت قبة كاتدرائية القديس بطرس في القرن السادس عشر. وعلى غرار كثير من الأماكن الداخلية الرومانية، كان سقف القبة مزخرفاً زخرفة غائرة مبنية بهندسة المربعات المتداخلة البسيطة؛ وأعطت القاعة

المستديرة انطباعًا طاغيًا بفراغ لا حدود له، وقبة تسبح فى الفضاء، فى تصميم بسيط لم يكن له مثيل فى العالم القديم.

كانت قبة البانثيون نتاجًا للخبرات الرومانية فى بناء العقود، وكانت مبنية كسلسلة من قطع العقود أو القباء المرتبطة سويًا، وهى تقنية شاع استخدامها بين المهندسين الرومان. وتستند القبة الهائلة الحجم والثقيلة الوزن إلى حلقات مدرجة وأساس صلب متين وإلى المبنى نفسه، وقد عاشت القبة لقرون وهى واحدة من أبنية رومانية أصلية عديدة تبقى شاهدة على عبقرية المعمار الرومانى ومثالاً على أفضل ما أنتجه معمار روما الخرسانى المقبى.

واستغل الرومان مهاراتهم فى الهندسة المدنية فى بناء الطرق إضافة إلى تشييد الأبنية. وبتعاملهم مع سطح الطريق وكأنما هو جدار مدفون فى الأرض خلقوا سلسلة من الطرق الرئيسية والفرعية غطت سويًا ما يكاد يصل إلى ٣٢١,٩٠٠ كيلومترًا. وقد أُنشئت تلك الطرق لتعيش قرنًا، وتشترك كلها فى سمات مشتركة هى استقامة المسار وميول متدرجة وأسطح مقوسة لتصريف المياه وحواف وميازيب. كانت الطرق الرئيسية، ويبلغ سمكها أحيانًا ١.٨ مترًا، تتكون من طبقات من كتل حجرية وزلط وركام مغطاة بأحجار رصف. ولما كانت تلك الطرق وسيلة لتحرك الرجال والعتاد كما كانت وسيلة ناجعة للاتصالات، فقد كانت على نفس درجة الأهمية للتقدم الناجح للأمة والإمبراطورية مثل وسائل السيطرة على المياه وتوزيعها التى تميزت بها المنجزات الرومانية.

استفاد هذا النظام الشامل لبناء الطرق من التقنيات الرومانية لبناء الكبارى. فقد كانت القنطرة نصف الدائرية السمة الرئيسية للجسور الرومانية، مع سلسلة من المسافات الرشيقة بين الدعامات بدءًا من عقد حجرى وحيد إلى عقود متعددة تغطى مساحات أكبر. وأتاح استخدام الإسمنت الهيدروليكى للبنائين أن يشيدوا جسورًا حجرية متينة دامت واستخدمت لقرون عديدة. ومع انتشارها فى أرجاء العالم

الرومانى، أصبحت تلك الجسور سمة مميزة للطراز المعمارى التقليدى كوسائل أنيقة للمرور فوق الفراغات.

كانت روما، بوصفها قوة عظمى فى العالم القديم، تحتاج إلى تشييد أبنية لخدمة احتياجاتها العسكرية. فظهرت أسوار حجرية ضخمة وقلاع وأبراج مراقبة فى غضون سنوات لحماية الإمبراطورية الرومانية وللمساهمة فى توسعاتها. وفى عصر أحاطت فيه الأسوار الحجرية بالمدن لكى تحمى من بداخلها من الهجمات، بنى الرومان حواجز حجرية مثيرة للإعجاب كثيرًا ما حوت بوابات عديدة وأبراجًا، للتحكم فى دخول المراكز الحضرية. وتطورت هذه الحواجز الدفاعية إلى أنظمة فخمة من الأسوار وأبراج المراقبة والحصون والقلاع والأبراج، التى نجحت فى بعض الأحيان فى مهامها الدفاعية لما يزيد على ألف عام.

وثمة تراث معمارى رومانى آخر هو قوس النصر. وهى آثار، تعددت طرازاتها من واحد إلى أربعة، خُصِّصَتْ للاحتفاء بقادة الإمبراطورية والشخصيات العسكرية أو الانتصارات، أو بمدن، أو بشخصيات دينية مختلفة. وبوصفها من السمات الجمالية للمراكز الحضرية، فكثيرًا ما عملت كنقطة مركزية فى مدينة أو كمَعْلَم من معالم بوابة رئيسية من بواباتها.

وأنتج معمار المنازل الرومانية سلسلة من طُرز الإسكان تتراوح ما بين الفيلات الفاخرة إلى عمارات شقق سكنية فى المدن. وأحيانًا كانت المنازل، التى عادة ما كانت تُبنى من الطوب أو الحجر، تقام حول ردهة مركزية تشمل حديقة إن أُتيح الفراغ اللازم. وكانت الحجرات تُنظم بحيث يتمكن القاطنون من التحرك من مكان لمكان بحثًا عن الشمس أو تجنبًا لها حسب الطقس أو الفصل المناخى. كما تضمنت المساكن المختلفة أيضًا وسائل للتعامل مع درجات الحرارة القاسية. ففى الأيام الباردة أو قارسة البرودة نجد نظامًا للتدفئة المركزية يزود المنازل وغيرها من المبانى مثل الحمامات العامة بالدفء. وكانت الأرضيات تُصنع من آجُر سميك يستند إلى أعمدة مقامة على مسافات منتظمة؛ فتنتج عن ذلك غرف تحت الأرض يتم فيها إشعال فحم

أو أخشاب فتتخلل الحرارة الناتجة الأرضيات السميكة وتنتقل إلى الفراغات التى فوقها. كانت تلك الأنظمة تتناسب مع جو البحر الأبيض وغيره من الأجواء المعتدلة وزود سكان العالم الرومانى بالدفء.

وترتب على مشاريع البناء الشاملة فى روما نشأة تخطيط المدن. فكانت مدنها ذات التخطيط المحكم تتكون من شبكة من الشوارع التى تتقاطع فى زوايا قائمة. وكانت الطرق الرئيسية تحفها أرصفة المشاة بجوار المبانى السكنية والتجارية، مع وجود ميادين مفتوحة مغطاة أحيانًا بالفسيفساء الزخرفية. وكانت المراكز التجارية مثل الساحات العامة تقع على مقربة من المدينة أو بداخلها وتقام بالقرب من تقاطع شوارع رئيسية، وتعمل كنقاط جذب مركزية وتحوى صفوفًا من الأبنية السكنية والحكومية والدينية والترفيهية التى تملأ المدينة. وعادة ما كانت تلك الأبنية تشترك فى طراز معمارى موحد مما كان يضفى اتساقًا للأحياء المختلفة عزز الرسالة البصرية بأن تلك كانت مجتمعات مخططة.

التأثير

كانت تأثيرات المعمار والأبنية الرومانية فورية ودائمة. فبدون التقنيات ذات التوجهات الحضرية التى هيمنت على الكثير من الهندسة الرومانية، ما كانت الحضارة المسماة بروما القديمة لتزدهر. فالطرق العديدة والجسور والملاعب والمبانى العامة وأنظمة توفير المياه التى أفرزها ذلك العصر أسهمت فى إدارة العالم الرومانى وبقائه على قيد الحياة. وإضافة لذلك، أتاحت النجاحات الهندسية للإمبراطورية الرومانية أن تمتد وتتوسع وتسيطر على الجانب الأعظم من العالم المعروف فى ما بين سنوات ٢٠٠ ق.م. إلى ٤٠٠ م.

وقد برهن المهندسون الرومان على أن إمكانات التقنية البسيطة تقف على قدم المساواة مع الإدارة الذكية للعمال، سواء كانوا من العبيد أو من الأحرار. فباعتمادهم

على التزام من المجتمع بنى هؤلاء المهندسون القدامى مشاريع بُنيت لتبقى. فمثلاً كانت أغلب الطرق الرومانية الرئيسية مصممة بحيث تبقى فى الخدمة لمدة قرن، ونقارن ذلك بالهدف العالمى الحديث وهو ٢٠-٤٠ سنة. وحتى اليوم، نجد أن الكثير من المسارح والحمامات العمومية والقنوات والجسور ما زالت صامدة ومستخدمة فى أنحاء أوروبا وغيرها من المناطق التى كانت فى السابق جزءاً من الإمبراطورية الرومانية، من بريطانيا إلى آسيا الصغرى. وتشهد المنشآت الرومانية فى مدينة باث بانجلترا والأطلال المنتشرة فى إفسوس بتركيا بمتانة الهندسة الرومانية. ونظراً للنجاح الباهر لهؤلاء المهندسين المهرة فى استكمال مشاريع عملاقة، فقد بات التعبير "مشروع رومانى" يعنى محاولة هندسية ضخمة وقابلة للتطبيق العملى.

ولما كان الرومان قوماً واقعيين، فقد استفادوا من تقنيات الانتشار والحوافز. فباستعارتهم بشدة من حضارات أقدم، وبخاصة من مصر وبلاد اليونان، تمكن المهندسون الرومان من إتقان تقنيات معروفة. وبهذا، فقد قلدوا طراز الأبنية ذات الأعمدة وحسنوا من أفكارها الرئيسية التقليدية، وتوسعوا فى تخطيط المدن، وأدخلوا تعديلاتهم للطراز بإدخالهم استخدام العقود. ومع غياب أسس نظرية قوية لأعمالهم أنتج هؤلاء المهندسون أحياناً أبنية "مُهَنْدَسَة أكثر من اللازم". وعادة ما كانت منتجات التجريب تلك ذات الهامش الكبير للأمان تحوى مواداً أكثر بكثير مما تتطلبه سلامة المبنى، وأحياناً نتج عنها إفراط وثقل فى التصميم. وعلى الرغم من متانتها، فإن تلك المشاريع تركت انطباعاً بأن التجربة وحدها لا تنتج بالضرورة أكثر النتائج أناقة.

وقد كشفت النزعة العملية للمهندسين الرومان عن نفسها فى مجال آخر أيضاً. فلإدراكهم أن نواتج براعتهم الهندسية سوف تحتاج صيانة ورعاية مستمرة، فقد عمل المصممون الرومان على وجود وسائل لتقنيات الصيانة فى العديد من أبنيتهم. فكانوا يتركون أحجاراً بارزة وتجاويف فى جدران منشآتهم وجسورهم بصفة دائمة مما سَهَّل إقامة السقالات لإصلاح تلك المنشآت وصيانتها. وبالمثل، كانت الطرق تراقَب بعناية

لإصلاح أية مشكلة قد تتسبب فى إضعاف البنيان أو تدهوره بحيث يتم ذلك فى الوقت المناسب. واستمر هذا الاهتمام بتقنيات الصيانة حتى العصور الوسطى، عندما صار بناؤو الكاتدرائيات يدمجون فى المبانى سمات على شاكلة سلالم خفية، وممرات خارجية وسراديب تصل إلى كل أجزاء المبنى من الأساسات إلى برج القمة لتسهيل متابعة تلك الكنائس الحجرية وصيانتها.

وتركت النجاحات الرومانية فى تقنيات البناء والتشييد أثرها على الطرازات المعمارية لعدة عصور تالية. وكان التصميم الأساسى للبازيليكا، وهى بناء مستطيل يحوى أعمدة انتُقِيت مواقعها بدقة بالغة، نموذجًا أوليًا للعديد من كنائس عصر النهضة ومبانيه العامة. كما أصبح الطراز الرومانسكى، الذى يتضمن عقودًا نصف دائرية وأقبية برميلية الشكل، طرازًا محببًا لكنائس البحر الأبيض فى ذلك العصر: وأتاح نجاح الطراز الرومانسكى، مع إدماج القبة الرومانية فيه، هيمنة الطراز الكلاسيكى على أغلب معمار أوروبا فى عصر النهضة والجمهورية الأمريكية البازغة. وبات العديد من المبانى العامة، مثل المكتبات والمتاحف وقاعات مجالس المدن ومجالس شيوخ الولايات والملاعب والمبانى التذكارية، باتت كلها نسخًا من التصاميم الرومانية بأعمدتها المنظمة وعقودها وأقبيتها وقبابها. وكانت الخطوط الرشيقة للجسور الرومانية ذات العقود نصف الدائرية من الطرازات المفضلة فى مجتمعات كثيرة، بما فيها عاصمة أمريكا واشنطن، بجسورها العديدة فوق نهر البوتوماك. وفى الحق، تطلعت الأمة الأمريكية الجديدة إلى روما الكلاسيكية واقتبست منها الكثير من رموزها وطرزها، من النسر إلى المحكمة العليا للولايات المتحدة إلى مبانى الكابيتول. ويضاف إلى ذلك أن توماس جيفرسون، فى تصميمه لمبنى مكتبة جامعة فيرجينيا، استلهم مبنى البانثيون فى روما. وحفر الطراز الرومانى الكلاسيكى لنفسه مكانة فى الحضارة الغربية لعدة قرون حتى أصبح العديد من المبانى العامة فى أنحاء العالم الغربى يُبنَى وفقًا لهذا الطراز.

كما تقبل المعماريون المحدثون العَقْد والقبو البرميلى الشكل وتبنوه كأفكار رئيسية فى أبنيتهم. وقد غيَّرَ هـ ريتشاردسون (H. Richardson)، وهو معمارى شهير من أواخر القرن التاسع عشر، معالم المعمار الأمريكى بطرازه الرومانسكى الجديد، الذى كان يعتمد بشدة على العقود والواجهات الحجرية والأبراج والفراغات المُقَبَّاة. وامتد تأثير ريتشاردسون فشمل مشاريع كثيرة من مستودعات إلى محطات سكك حديدية ومكتبات وكنائس فى كل أرجاء أمريكا. وفى القرن العشرين أدمج لويس كان (Louis Kahn) نصف الدائرة والقبو فى العديد من تصاميمه، ومنها المبنى الجميل متحف كمبل للفنون فى فورت وورث بولاية تكساس الذى يعتبر واحداً من أجمل المبانى من هذا النوع.

وإذا ما نحينا جانبًا التطبيقات التخصصية، نجد أن السجل الرومانى فى التكنولُوجيا ترك ميراثًا من كفاءة الوسائل التجريبية. ولقد حقق الرومان نتائج مبهرة بتملكهم للمواد والموارد البشرية والعزم والتصميم والبراعة والقدرة على التعلم باستخدام التكنولوجيا. وباعتمادهم على العمال والحرفيين المهرة تمكن الرومان، على غرار العديد من مجتمعات ما قبل التصنيع، من تنفيذ مشاريع ضخمة ومتينة باستخدام وسائل بسيطة نسبيًا. وساعدتهم مقدرتهم على تنظيم وإدارة أعداد كبيرة من العمال فى بحثهم عن تقنيات تخدم كلا من العالمين الرومانيين الحضرى والإمبراطورى.

وقد رعت تلك المواهب أمة استغلت معمارها وهندستها فى توسيع نطاق الإمبراطورية ولكى تؤكد على قوة تلك الإمبراطورية وبأسها. وكانت المقاييس المثيرة للإعجاب للعديد من الأبنية الرومانية الأثرية تذكرةً ملموسةً على قوة روما القديمة وطموحاتها. وبهذه الوسيلة قدمت الهندسة للدولة خدمات سواء من الناحية العملية أو الرمزية. وكان السلام الرومانى (Pax Romana)، وهو الحقبة التى تسيدت فيها روما على الجانب الأعظم من العالم الغربى، نتيجة فى الأغلب والأعم للتكنولوجيا القديمة التى استعارها الرومان وتفوقوا فيها. فقد عملت شبكات الطرق والجسور الممتدة

والساحات والملاعب والحمامات العمومية وغير ذلك من الأبنية العامة، وقنوات المياه والتحصينات والآثار، عملت جميعها على توحيد العناصر المختلفة لعالم روما. وفى أثناء ذلك، نشر الرومان الطرق التكنولوجية المختلفة وتبنوها بحيث أن حتى أقصى نواحى الإمبراطورية صارت تعكس نمط الحياة والآثار المادية للمجتمع، على شاكلة انتشار تأثير الهيمنة الأمريكية فى العالم أجمع فى النصف الأخير من القرن العشرين.

إن تأثير الموروث الرومانى فى المعمار والهندسة تأثير دائم ومستمر. وكانت البداية بميراث التصاميم والطرق الإغريقية القديمة، التى عدلها المهندسون الرومان تدريجيًا، وهذبوها، وأدخلوا التحسينات على تلك الطرازات المتوارثة. وقد خلق الرومان معمارهم المتفرد الخاص بهم، وبخاصة فى استخدامهم للعَقْد والخرسانة، الذى لعب دورًا محوريًا فى تلبية احتياجات الثقافة الحضرية وإمبراطوريتهم. وكانت ضخامة مشاريعهم، من قنوات المياه إلى الساحات، وبراعة وسائلهم، مما أكسبهم شهرة مثيرة للإعجاب بأنهم مهندسون ناجحون. وتشهد متانة هذه التقنيات ومدى انتشارها فى أرجاء الإمبراطورية الرومانية بفوائد تصميماتهم وفعاليتها. وبرهن المهندسون الرومان، باستخدامهم للمناهج التجريبية، على أهمية ذلك النوع من التكنولوجيا؛ وأى شخص يشاهد بناء رومانيًا أصليًا يشتد انبهاره بالحِرفية والبراعة الفنية والبصيرة المعمارية التى نفذتها. وتركت بصمات المعمار الرومانى أثرها فى شعوب الحقبة الكلاسيكية وفى العديد من الحقب التالية، بما فيها أوروبا فى عصر النهضة والأمة الجديدة فى أمريكا. وتذكرنا المنجزات الرومانية بأن ذلك المجتمع، بالتصميم والتفانى والمهارة والتكنولوجيا البسيطة والإدارة الحصيفة لجموع العمالة، قد حقق نتائج باهرة. كما أنه وضع أسس تخطيط المدن فى المستقبل، وأُسُسَ التكنولوجيا المنبنية على احتياجات المجتمع الحضرى، لإنشاء مشاريع واسعة النطاق، وخَلَقَ طرازًا معماريًا متميزًا تم نسخه على نطاق واسع. ولا زالت تلك المنجزات تثير الرهبة والإعجاب وتقف كواحدة من أعظم الانتصارات الهندسية فى عالم ما قبل التصنيع.

هـ . ج . أيزنمان (H. J. EISENMAN)

لمزيد من القراءة

Barton, Ian M., ed. Roman Domestic Buildings. Exeter: University of Exeter Press, 1996.

Sear, Frank. Roman Architecture. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1982.

MacDonald, William. The Architecture of the Roman Empire. Vol. 1, rev. ed. New Haven, CT: Yale University Press, 1982; Vol. II, 1986.

Ward-Perkins, John B. Roman Architecture. New York: Harry N. Abrams, Inc., 1977.

White, K. D. Greek and Roman Technology. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1984.



نموذج لروما القديمة يبين الكولوسيوم ومجمع لودوس ماجنوس



القنوات الرومانية لتوصيل مياه الشرب فى إسبانيا

التعامل مع المياه فى العالم القديم

نظرة شاملة

الماء هو أحد الضروريات الأساسية للحياة الإنسانية، وكان شريان الحياة للحضارات المبكرة. وفى الحقيقة، فإن مقدرة المجتمعات المبكرة على التحكم فى قوة المياه سهلت من نشأة الزراعة وظهور أول المراكز الحضرية. وكانت المياه من الأهمية لتلك الأقوام المبكرة بدرجة أن المؤرخين يشيرون إلى المجتمعات المبكرة بوصفها "حضارات وديان الأنهار".

الخلفية

كانت السمات الأولية لتلك المجتمعات المتقدمة هى اعتمادها على الزراعة المستقرة التى كان الناس فيها يزرعون نفس الأرض لأجيال متوالية. ومَكَّنَت التربة الخصبة والطقس المعتدل ومصدرٌ للمياه يُعتمد عليه الشعوبَ القديمةَ من القدرة على خلق فائض فى المحاصيل. ويطلق على هذا الابتعاد عن حياة البداوة والتجوال إلى تواجد أكثر محليةً مصطلح "الثورة النيوليثية" أو ثورة العصر الحجرى الحديث. وقد بدأت منذ حوالى ٨٠٠٠ سنة فى الأراضى الغنية الخصبة المحيطة بأنهار دجلة والفرات والنيل والسند وهوانج هى. وفى تلك الأراضى "مهد الحضارات" حدثت أحداث مثيرة قُدِّر لها أن تغير أحوال البشر إلى الأبد.

وكان للسيطرة على المياه وإدارتها إدارة ناجحة تأثيرات مهمة على المجتمعات الباكرة. فقد نتج عن الزراعة المستقرة أول بيئة حضرية فى العالم. وتعين على الجنس

البشرى أن يستنبط وسائل للتعامل مع تراكيب اجتماعية جد جديدة. فنشأ نظام طبقى صارم نتيجة الحاجة إلى السيطرة على تجمعات سكانية كبيرة وإلى تشييد مشاريع كبيرة للهندسة المدنية وصيانتها.

وقد كان نجاح تلك الحضارات المبكرة مبنيًا على انسياب المياه إلى حقولهم الزراعية. ونشأت مشاريع رى كبيرة للتعامل مع كميات المياه الهائلة اللازمة لنجاح الزراعة. واحتاجت مشاريع من هذا الحجم تخطيطًا كبيرًا وإشرافًا دقيقًا. ونشأت صفوة فكرية تتولى تنفيذ تلك المشاريع وإدارتها. وكان هؤلاء الأفراد أول مهندسين مهرة فى التاريخ. وفى نهاية المطاف وضعوا أيضًا أسس علمى الرياضيات والفلك. ونشأت مفاهيم رياضياتية، وبخاصة الهندسة، لمواجهة تحديات بناء القنوات والسدود للسيطرة على تدفق المياه. كما اعتمد استمرار نجاح تلك الحضارات الزراعية العظيمة أيضًا على التنبؤ الدقيق بمواعيد زراعة محاصيلهم بحيث تتم الاستفادة من الأمطار الموسمية. وتوجب على هؤلاء المهندسين المبكرين أيضًا أن يطوروا جداول لإصلاح أية مشاكل بنيوية فى نظام الرى. وكان من الضرورى أن يكون مستوى المياه منخفضًا لكى تُنفَّذ تلك المشاريع بنجاح، ولذا كان من الأهمية بمكان التنبؤ الدقيق بالأحوال الجوية.

وينطبق ذلك على الزراعة أيضًا. فلو زُرعت الحبوب قبل انتهاء الأمطار الغزيرة لجرفتها الأمطار. وسوف يواجَه السكان باحتمالات المجاعة وما يترتب على تلك الكارثة من نتائج سياسية واجتماعية. واحتاج ذلك إلى نشوء تقاويم بالغة الدقة. وكانت تحركات القمر والشمس هى أساس نشأة أول تقاويم، ولهذا أصبح كثير من مؤرخى العلوم مؤمنين الآن بأن الفلك كان أول علم نظرى أنتجه البشر. وأتاح وجود سجلات فلكية تفصيلية لتلك الحضارات المبكرة أن تتنبأ بدقة بتغيرات الفصول التى تشكل أهمية قصوى لبقائهم على قيد الحياة. وكانت أهم سمات تلك التغيرات المناخية تلك التى تتناول تأثيرات سقوط الأمطار على أنظمة الرى الخاصة بهم.

ولما ازداد تمكن المجتمعات صار السكان أكثر تعرضًا للأخطار. فنشأت صفوة حاكمة جديدة للسيطرة على توزيع الطعام وعلى الأعداد المتزايدة من سكان الحضر. وبمرور الوقت، ظهرت قوانين مكتوبة للمساعدة على تكوين مجتمع منظم.

التأثير

تم أول تطبيق ناجح لإدارة المياه فى بلاد الرافدين. فغزا الشعب القديم المسمى بالسومريين المناطق المتاخمة لنهرى دجلة والفرات واحتلها. ويطلق المؤرخون على تلك الأراضى فائقة الخصوبة اسم "الهلال الخصيب". ففى تلك المنطقة فى حوالى ٤٠٠٠ ق.م. نشأ أول مشروع ناجح للرى. وبلغ من عظم إنتاجية تلك الأراضى أن علماء التوراة صاروا الآن يعتقدون أن "سفر التكوين" كان يقصدها عندما تحدث عن "جنات عدن". والطقس فى بلاد الرافدين بالغ القسوة ولا يمكن التنبؤ به وتسودها الفيضانات المفاجئة؛ ولهذا يعتقد العلماء أيضًا أن قصة "الطوفان" هى أسطورة تأسست على الفيضانات العاتية التى تحدث فى المنطقة. واستلزم انعدام القدرة على التنبؤ إنشاء نظام رى معقد يتكون من قنوات وسدود وجسور للتحكم فى المياه وتخزينها وتوجيهها للاستخدام فى الحقول.

وكان من نتيجة تلك الإدارة الناجحة نشأة أول حضارة فى العالم. وفى تلك الأثناء نشأ نظام للسجلات لمتابعة الطعام المخزون فى المخازن المختلفة فى كل أنحاء بلاد الرافدين. وتطور نظام السجلات هذا إلى أول لغة مكتوبة تعرف باسم "الكتابة المسمارية". وقد استخدم السومريون رموزًا وتدية الشكل ينقشونها على ألواح من الصلصال الطرى للتعبير عن أفكار مركبة. وبمرور الوقت، نشأ أدب سومرى أفرز أول أسطورة مسجلة، وهى "ملحمة جلجامش". وتتركز القصة حول تأثير الرى والزراعة المستقرة على المجتمع الإنسانى. وهى تعرض فى تفصيل المشاكل الجديدة التى واجهها المجتمع الإنسانى كنتيجة لذلك الانفجار الزراعى. كما تصف أيضًا الصراع

بين الحضارة الحضرية البازغة والشعوب الرعوية الرُحَّل. وقد حدثت تلك التغيرات الضخمة نتيجة للاستخدام الناجح للمياه.

كان البابليون أكثر الشعوب هيمنة فى بلاد الرافدين القديمة، وهم الذين أنشأوا حضارة مزدهرة. وفى حوالى ١٨٠٠ ق.م. وحد الملك حمورابى بلاد الرافدين وأنشأ نظامًا ضخمًا للرى. وبلغ من نجاح هذا الملك أن سكان المنطقة تكاثرت أعدادهم بدرجة لم يسبق لها مثيل. ثم وضع قانونه الشهير للتأكيد على التنظيم الصحيح لمجتمعه. وبلغ من أهمية حركة المياه وإدارتها أن جزءًا من قانون حمورابى خُصِّصَ لتناول المبادئ التوجيهية لتنظيم نظام الرى.

ويمثل حكم الملك نبوخذنصر (٦٠٥-٥٦٢ ق.م.) ذروة الاستخدام المتطور للمياه تحت الحكم البابلى. وكان قصره يحوى نظامًا مائيًا واسع النطاق، وبه حمامات خاصة ومراحيض. كما استخدمت مبانيه الإدارية أيضًا نظامًا متقدمًا. وكانت للماء مكانة كبيرة فى بابل لدرجة أن طقسًا نشأ يتناول غسل الأيدى قبل مقابلة الملك من قبيل إظهار الاحترام. وكان ثمة نظام صرف صحى تحت أبنية القصر للتخلص من الفضلات الناتجة عن التضحية بالحيوانات. وكان أهم وأشهر نظام مائى وقتئذ هو ما بُنى فى حدائق نبوخذنصر الأسطورية وهى "الحدائق المعلقة". وقد بناها كهدية لزوجته، حاول فيها أن يعيد تصوير الخضرة الجبلية الجميلة لموطن هذه الزوجة. وكان البناء يتكون من مستويات متعددة من الحجارة مغطاة بتربة خصبة ويرويها نظام من المواسير تحت الأرض. وبلغ من جمالها أن اعتبرت تلك الحدائق واحدة من "عجائب العالم السبع".

ولقد كانت المياه مهمة أيضًا فى مصر القديمة وكان لها تأثير عميق على الحضارة المصرية واقتصادياتها. وكان وادى نهر النيل شديد الخصوبة ولم يكن يحتاج إلى أنظمة رى معقدة. وعوضًا عن ذلك كانت ثمة حاجة إلى تقويم فائق الدقة للتنبؤ بالفيضان السنوى، عندما يُرَسِّب النهر التربة الخصيبة على أراضيهم الزراعية ويأتيها بالماء مانح الحياة. ونتج عن هذه الحياة الوفيرة أن نشأ الاعتقاد بالحياة

الآخرة؛ فقد كان الأمل عند كل مصرى أن ثمار هذا الوجود الأرضى سوف تمتد إلى حياة الخلود. فنشأ نظام مفصل لطقوس جنائزية يهدف إلى ضمان الانتقال الناجح إلى الحياة الآخرة. وكانوا يجهزون الجسد من خلال عملية التحنيط. ونشأ نظام معقد فى أماكن التحنيط المصرية يعتمد على المياه للتخلص من فضلات عملية التحنيط. كما أقام المصريون أيضًا الأهرامات كى تضم الأشخاص أثناء رحلتهم إلى العالم الآخر. ولما كان ثمة اعتقاد بأن المتطلبات الأساسية للبشر سوف تبقى على حالها فى الحياة الآخرة، فقد بُنيت الأهرام وهى تحوى أنظمة مياه متطورة بما فيها الحمامات الخاصة[1].

وتشابهت مدينتا هارابا وموهنجو-دارو فى وادى نهر السند مع مصر فى توفر مياه جارية لرى الحقول الزراعية. وكان نهر السند، الذى يستمد مياهه من ذوبان ثلوج جبال الهيمالايا، مصدرًا ثابتًا للماء لحضارة هاتين المدينتين. وترتب على ذلك قطاع زراعى وفير الإنتاج كَوَّن الركيزة الاقتصادية لهاتين المدينتين العظيمتين. وأُنشئت المدينتان على هيئة شبكة مربعة مقسمة إلى شوارع. وكان بها العديد من الحمامات العامة يزودها بالمياه نظام مائى على مستوى المدينة. وكشف الأثريون فى موهنجو-دارو عن أكبر حمام عمومى فى العالم القديم، عُرِفَ باسم "الحمام الكبير" بلغت أبعاده ما يقرب من ١٢ مترًا طولاً و٧ أمتار عرضًا ووصل عمقه إلى ٢.٤ مترًا. كما حوت منازل الأرستقراطية والتجار الأثرياء أيضًا أنظمة مياه معقدة تضمنت سباكة داخلية.

وعلى يد أقوى حضارة فى الفترة الكلاسيكية، وهى روما، جرت تحسينات كبيرة فى نقل المياه واستخداماتها. وكانت روما أكثر مدن العالم كثافة فى السكان وكانت المحافظة على تدفق المياه العذبة تحديًا دائمًا لسلطات المدينة، التى تغلبت

---

(١) لست أدرى من أين أتى المؤلف بفكرة أن الأهرامات المصرية تحوى حمامات خاصة بداخلها !! (المترجم)

على هذه المشكلة بشبكة من القنوات التى كانت تنقل المياه العذبة من الريف إلى المناطق الحضرية.

كانت المدن الرومانية تستخدم المياه بكميات لم يسبق لها مثيل. وكان بكل مدينة رومانية نظام للحمامات العامة كانت موضع حسد العالم الكلاسيكى. وكانت كلها تستخدم مواسير تحت الأرض، وكان لدى العديد منها أرضيات مُدَفَّأة ومياه جارية باردة وساخنة. وكانت تلك الحمامات أماكن التجمع واللقاء فى المدن الرومانية، وكان الرجال والنساء على حد سواء يستخدمونها. كما حوت المنازل الخاصة للمواطنين الأثرياء مياهًا جارية تتدفق باستمرار من فوهة. كما انتشرت بالساحات الرياضية الفسيحة أيضًا أنظمة كبيرة للتخلص من مياه الصرف، سواء لمرتاديها أو لغسل بقايا مباريات المصارعين. وكان من المستطاع غمر ساحة الكولوسيوم فى روما بالمياه لتمثيل المعارك البحرية لإسعاد جماهير المشاهدين. وبمرور الوقت أصبحت أنظمة روما المائية تشكل عبئًا رهيبًا. فقد كان المهندسون الرومان يستخدمون أنابيب من الرصاص لنقل المياه داخل مدينتهم. وأدى الاستخدام المطول للمياه التى تحمل نسبًا عالية من الرصاص إلى تسمم أجسام الرومانيين الذى كان من بين أهم العوامل التى أدت إلى اضمحلال الإمبراطورية الرومانية.

واليوم، مثلما كان الحال فى الأزمنة القديمة، يلعب الماء دورًا جوهريًا فى حياة البشر. ويهدد التلوث، وبخاصة الناتج عن الفضلات السامة، مصادر المياه العذبة فى العالم. فإذا ما رفضت دول العالم أن تطبق برامج لحماية هذا المورد الحيوى فإن مستقبل الحضارة الحالية سوف يكون فى خطر داهم.

ريتشارد د. فيتزجيرالد (RICHARD D. FITZGERALD)

لمزيد من القراءة

Kenoyer, Jonathan M. Ancient Cities of The Indus Valley Civilization. Karachi: Oxford University Press, 1998.

Postgate, J. N. Early Mesopotamia: Society and Economy at the Dawn of History. London: Routledge, 1994.

Romer, John. People of the Nile: Everyday Life in Ancient Egypt. New York: Crown, 1992.

White, K. D. Greek and Roman Technology. Ithaca: Cornell University Press, 1984.

المعمار والهندسة فى شبه القارة الهندية

نظرة شاملة

بحلول عام ١٠٠٠ ق.م. كان كلٌ من الهند والصين قد ظهرت فيهما حضارات مستقلة عن جيرانهما فى مصر وبلاد الرافدين وقُدر لهما فى النهاية أن تعمرا مدة أطول. وتتماثل أدوات الحياة اليومية الموجودة فى قرى الهند اليوم، مثل عربات الثيران وعجلة الفخراني، مع نظيراتها التى كانت تستخدم منذ آلاف السنين، وتشهد باستمرارية الحياة الهندية رغم موجات الغزو التى حلت بها على مدى آلاف السنين. كما كان الدين أيضًا جزءًا من تلك الاستمرارية: فكان يشكل دائمًا أساس التركيبة الاجتماعية فى ذلك البلد. وانعكست هذه الحقيقة فى الفن والمعمار فى الهند، التى تعبر تعبيرًا صادقًا عن حضارتها.

الخلفية

ظهر أول فن ومعمار هنديين فى وادى نهر السند حوالى ٢٥٠٠ ق.م. وأكثر المواقع شهرة هى هارابا، التى دُمرت فى القرن التاسع عشر، وموهنجو-دارو. وكانت كل مدينة محصنة بقلاع بُنيت على منصات مستطيلة اصطناعية وكانت من كبر الحجم بحيث شملت أبنية عامة كجزء من القلعة. أما فى المدن نفسها فقد كانت المنازل والأسواق والمبانى الإدارية منتظمة على صورة شبكة. وكانت المنازل السكنية بسيطة وتفى بالغرض، وتتراوح بين أكواخ من حجرتين وقصور من ثلاثة طوابق. وكانت أغلب المساكن تحوى فناءً داخليًا، محاطًا بحجرات لأغراض متعددة. وبلغت مساحة الطابق

الأرضى فى المنزل المتوسط تسعة أمتار مربعة. وتغطت الحوائط الداخلية بملاط من الطين، وصُنعت الحوائط الخارجية من الطوب البسيط. وتباينت الأحياء السكنية وفقًا لمهنة شاغليها. فمثلاً، فى موهنجو-دارو، عاش العمال فى صفوف متوازية من الأكواخ ذات الحجرتين. أما الحمام الكبير فى موهنجو-دارو فكان بركة استحمام مستطيلة الشكل مصنوعة من طوب أنيق مغطى بالقار كى لا يتسرب منه الماء. ويمكن صرف ما به من مياه فى أحد أركانه. كما كان بالحمام أيضًا مجموعة من الغرف الصغيرة الخاصة حول البركة، وسلالم تفضى إلى بركة الماء.

وكان ببعض المنازل آبار داخلية. وكان بغالبيتها حمامات تصرف فى بالوعات تحت الشوارع الرئيسية. وفى الحقيقة، بلغت أنظمة الصرف الصحى فى هارابا وموهنجو-دارو ذروة المستوى التقنى حتى ظهور الحضارة الرومانية. وكان الطوب المحروق مستخدمًا فى البناء فى كل أنحاء وادى نهر السند، ويشير ثبات أحجام الطوب إلى وجود نظام معيارى للموازين والمقاييس.

وكان طراز البناء رائعًا وإن كان متقشفًا وعاريًا من كل زينة. والزخارف المعمارية الوحيدة كانت البناء الزخرفى البسيط بالطوب. ولم يُعثر على أية منحوتات تذكارية، بالرغم من أن الحضارة أنتجت وفرة من الأشياء الصغيرة مثل لعب الأطفال ذات العجلات، والتماثيل الصغيرة وتماثيل الأشخاص. وتدل هذه الأشياء، كما تدل الأدوات البرونزية والنحاسية، على مستوى عالٍ من البراعة اليدوية. وقد عاشت حضارة وادى السند ألف عام، ثم تدهورت أحوالها واضمحلت واختفت حوالى ١٧٠٠ ق.م. لأسباب لا تزال غير معروفة.

وفى نفس تلك الآونة بدأ غزاة آريون يملكون تقنيات حربية متفوقة فى الهجرة إلى الهند. وكان الآريون قومًا من الرحل، ولم يعتادوا العيش فى مدن، وبعد سقوط هارابا وموهنجو-دارو تحولت المنطقة إلى قرى صغيرة بها أبنية من الأخشاب والبوص. وكان الآريون صناعًا مهرة للبرونز، وكانت أدواتهم وأسلحتهم أفضل من أدوات حضارة وادى السند وأسلحته. ولكن حضارتهم كانت تتمحور حول القتال، ولم يتبق من آثارها

إلا النـزر اليسير فى الفترة ما بين ١٧٠٠ ق.م. وحتى عبور الإسكندر الأكبر (٣٥٦-٣٢٣ ق.م.) لنهر السند فى ٣٢٥ ق.م.

ولم يمكث الإسكندر طويلاً فى الهند، غيـر أن غزوته مـهدت الطريق أمـام تولى أسرة موريا (ح٣٢٥-ح١٨٣ ق.م.). وفى تلك الأوقات كان شـمـال الهند ممتلئًا بالمدن الصـغيرة وطرق التجـارة. وكانت البوذية، التى وصلت الهند فى القرن السـادس ق.م.، رد فـعـل ضد الهندوكية، لكنها تعايشـت بجانبهـا. ولكى يعلـن الإمبراطـور أشـوكا (مات ٢٣٢ ق.م.) عن إخلاصه لبوذا أقام أعمدة مراسمية تحمل مراسيم ملكية، وهى أعمدة حجرية ضخمة من قطعة واحدة تدل على براعة وتضلع فى الأعمال الحجرية ولكنها لا تخدم هدفًا معماريًا. كما حفر الآبار على مسافات على الطرق وأنشأ استراحات للمسافرين.

وتتميز الفترة البوذية المبكرة بظهور الأبراج البوذية المسماة "الإسْطَبَّة" (stupas)، وهى أكوام نصف كروية بُنيت كى تضم آثار بوذا. وكان قلب الإسْطَبَّة يُبنى من طوب نيئ، وتُبنى الطبقة الخارجية من الطوب المحروق وتغطى بطبقة كثيفة من الجص. وتوضع فوق المبنى مظلة من الخشب أو الحجارة. وتحاط الإسْطَبَّة بسور خشبى يضم ممرا يطوف عليه الناس. وبمرور الوقت، ازداد معمار الإسْطَبَّة زخرفةً. وظهرت به أسوار منحوتة وشرفات وصارت له بوابة. وتميزت إسطبة أمارافاتى، التى استُكملت حوالى ٢٠٠ م، بوجود ممرين للتنزه مزينَين بلوحات منحوتة. وفى شمال الهند، كانت الإسطبات أطول بالنسبة لقواعدها، وكثيرًا ما كانت تقام على منصات مربعة. ومن بين أشهر الإسطبات، والتى كان يطلق عليها عجيبة العالم البوذية، كان البرج الكبير الذى أقامه الملك كانيشكا فى بيشاور. وطبقًا لمسافر صينى زار الموقع، يضم هذا الأثر أنواعًا عديدة من الأخشاب ويتكون من ١٣ طابقًا يصل ارتفاعها إلى ٢١٣ مترًا. وزُينت المنصة التى قام عليها البرج بلوحات جصية لبوذا. ويطل على الإسطبة سارية حديدية تحمل ١٣ مظلة من النحاس المطلى بالذهب. وتبين أن تلك السارية هى سبب خراب المبنى عندما اجتذبت صاعقة من البرق.

إن أقدم مبنى دينى قائم بذاته وبقيت منه بعض البقايا هو قاعة صغيرة مستديرة مصنوعة من الطوب والأخشاب ويعود تاريخها إلى القرن الثالث ق.م. ولم يبق قائمًا أى معبد يرجع تاريخه لما قبل فترة جوبتا، ولكن منذ تلك الحقبة فصاعدًا تظهر المعابد فى طراز عام: صغيرة وذات أسقف مسطحة وأعمدة مزخرفة. والبناء مبنى دون ملاط، الذى يشى بشىء من قلة خبرة البنائين. وبحلول القرن السادس، صارت أجزاء المبانى تُربَط سويًا بمسامير حديدية، وتحيط بالمبنى ممرات مغطاة.

وشهدت أسرة جوبتا (٣٢٠-٦٠٠ م) أعظم عصر ثقافى فى الهند. فازدهر المعمار والنحت والرسم، ولم ينتقص الزمن من عظمتها. وتطورت قاعات "تشايتا" وملاذات الرهبان المنحوتة فى الصخور من أبنية بسيطة إلى مجمعات من الكهوف ذات واجهات منحوتة بإتقان وجدران داخلية مرسوم عليها. وأشهر هذه المجموعات من الكهوف هى الكهوف السبعة والعشرون فى أجانتا، وتلك الموجودة فى إلورا بالقرب من أورانجاباد. وتضم معابد الكهوف فى إليفانتا، وهى جزيرة قبالة ممباى (بومباى سابقًا) مجموعة من التماثيل الرائعة.

وكانت عودة الإمبراطورية الهندية تحت حكم هارشا فى ٦٠٦ م عاملاً محفزًا لموجة أخرى من البناء والتشييد، وبخاصة فى العاصمة كانوج. ولم يظهر المعمار الحجرى الضخم إلا بعد أن بدأت البوذية فى الانحسار من الهند. وثمة مثال هو بانشا راثاس (ح٦٥٠ م) فى ماهاباليبوران، وهى خمسة معابد صخرية صغيرة منحوتة فى الصخر.

التأثير

لم يظهر الفن، بالمعنى الحرفى للكلمة، فى الهند حتى فترة موريا فى القرن الثالث ق.م. ولا يمكن أن يقال أن طراز الأبنية والآثار من حضارة وادى السند تشى بنزعة جمالية. ولعل النزعة كانت موجودة ولكن ذلك أمر يستحيل معرفته؛ وذلك لأنه بعد

اختفاء المدينتين لم يلتقط الغزاة الآريون الخيط. فالكتابة، على سبيل المثال، التى تظهر على الأختام فى هارابا وموهنجو-دارو، اختفت ولم تعد حتى منتصف الألفية الأولى ق.م.

ولم يتبق إلا أقل القليل من آثار للقرون الواقعة بين هذين التاريخين حتى ظهرت النقوش الحجرية للموريا. واستُخدمت أعمدة أشوكا المراسمية لنشر رسائل رسمية. فقد نُقشت على أسطحها الملساء توصيات لرعايا الإمبراطور تضع الأسس لفلسفة اجتماعية جديدة تحض على احترام كرامة البشر والتسامح الدينى وتجنب العنف. كانت تلك الأعمدة، التى أُقيمت فى كل أنحاء شمال الهند رمزًا للوحدة السياسية والاجتماعية. ومن الناحية الفنية كانت تمثل ذروة الخبرة المحلية فى التعامل مع الحجر والنقش عليه.

وفى الهند، الفن والدين مترادفان. فالهدف من الفن فى الهند هو إيصال الحقيقة الكبرى للبشر. وتكشف التماثيل والرسوم الدينية الهندية عن شخصية الآلهة (تنص النصوص البوذية والهندوكية على أن الطريق إلى السماء هو رسم الصور). كما أنه من المتعذر أن تفرز الفن من الدين ومن المعمار. فالمعمار والنحت دائمًا ما يكملان بعضهما. وتمثل الإسْطَبَّة جبلاً كونيًا. وكان المعبد نموذجًا للكون. وكان العمال المكرسون للمعبد الهندى يعتمدون على دليل للخطوات الجمالية ليرشدهم فى المعمار والنحت والرسم.

وكانت أسرة جوبتا مَعلَمًا لمرحلة مهمة فى تطور الجماليات الهندية. ومن بين أسباب ذلك أن الحياة الفنية الهندية وصلت إلى قمة نضجها فى تلك الفترة، وسبب آخر هو أن الأفكار الجمالية عند البوذيين والهندوك بدأت تتباعد عن بعضها. وكذلك لأنه، ولأول مرة، بدأت المبانى القائمة بذاتها تُصنع من مواد دائمة متينة. ولم يتفوق شىء على المعابد الحجرية التى بُنيت فى تلك الفترة حتى ظهور الحقبة الإسلامية. وانتشر نمط خاص من الإسطبات الناقوسية الشكل فى كل أرجاء جنوب شرق آسيا.

ولم تعرف الهند تقريبًا الفن العلماني، وهى نقيصة لأنه لا يُعرف إلا أقل القليل عن الحياة الدنيوية لسكان شبه القارة لزمن بالغ الطول. غير أن ما تبقى يشكل نافذة إلى عقولهم. فالآلهة والشياطين التى تمثلت فى التصاوير الدينية الهندوكية والبوذية فى الماضى السحيق القدم، هى نفس التصاوير التى نشاهدها اليوم فى أضرحة القرى فى كل أنحاء الهند. وترتب على البراعة فى بناء المعابد وغيرها من الأبنية الدينية أن صارت تلك الأبنية مراكز للعبادة المحلية وكذلك للحج إليها مما نتج عنه تحول أعظم تلك المراكز إلى مدن ثرية صغيرة.

لم تكن المنجزات التكنولوجية فى الهند مما يمكن التغاضى عنها. وتشهد حضارة وادى السند بأفكار متقدمة فى تخطيط المدن، وفى التعامل مع المياه والسيطرة على الفيضانات. وبلغت براعة الغزالين والنساجين الهنود درجة رفيعة جعلت منسوجاتهم الحريرية والقطنية موضع طلب كبير فى الإمبراطورية الرومانية. وكانت الأعمدة الحجرية الضخمة تُنحت من كتل وحيدة من الصخور يصل وزنها إلى خمسين طنا، ثم تُصقَل وتُنقل لمئات الأميال بوسائل لم يتم التحقق منها تمامًا. وبالمثل، يصل ارتفاع العمود الحديدى فى مهارولى إلى سبعة أمتار وقد صُنِعَ من قطعة واحدة من الحديد. وبالقطع، كان العمال الذين صنعوه على درجة عالية من المهارة فى التعامل مع المعادن، فلم تَبْدُ عليه حتى الآن أية مظاهر للصدأ. وكانت الزوارق تُستَخدم لنقل البضائع والناس عبر الأنهار الكبيرة. كما أسهمت أيضًا فى عبور الأنهار لأن الأنهار التى كانت الطرق الرئيسية تعبرها لم تُقم عليها جسور. ولكن السفن القادرة على أن تمخر عباب المحيطات كانت نادرة. وطبقًا لما يقوله العالم أ. ل. باشام: "جعلت الخرافات المتعلقة بالسفر فى البحار من الهند أمة من سكان اليابسة الجاهلين بشئون البحر".

جيزل فايس

لمزيد من القراءة

Basham, A. L., ed. A Cultural History of India. Oxford: Clarendon Press, 1975.

Basham, A. L. The Wonder That Was India. New York: Grove Press, 1954.

Kramrisch, Stella. The Hindu Temple. 2 vols. Delhi: Motilal Banarsidas, 1976.

Rowland, Benjamin. The Art and Architecture of India. Melboume: Penguin, 1953.

Zimmer, Heinrich. The Art of Indian Asia. 2 vols. Princeton: Princeton University Press, 1955.

تأثيرات معمار المايا

نظرة شاملة

توحى الأبنية التى تركها المايا للناظرين بمزيج من الرهبة والإعجاب. وتضم هذه الأبنية أسرار ديانة المايا وشخصيتهم وتاريخهم. ولم تكن عمارة المايا، التى اشتهرت بسماتها القوية، تسر الناظرين بجمالها فحسب وإنما أيضًا بدقة تقنياتها. ورغم أن غابات أمريكا الوسطى الكثيفة قد طغت على تلك المنشآت، إلا أنها لا تزال قائمة بعد مرور آلاف السنين. أما الأطلال نفسها فقد حفظتها الغابات العدوانية الفسيحة، مما أعطى الأثريين والعلماء فرصة سانحة لفهم ثقافة المايا ونظامهم السياسى وأنشطتهم الاجتماعية والاقتصادية.

الخلفية

بالرغم من الدراسة العميقة للعلماء، فإن جانبًا كبيرًا من حضارة المايا ما زال مجهولاً لأن الكثير من كتاباتهم ونصوصهم قد أصابها الدمار. ويجبر الاختفاء الظاهرى لكتابات المايا الخبراء على أن يحولوا اهتمامهم إلى الأبنية أملاً فى فهم كثير من سمات حضارة المايا التى اختفت. ورغم وجود ألغاز عديدة تحيط بتلك الأطلال العظيمة، إلا أنه مما لا ريب فيه أن عمارة المايا هى فن للتعبير الأصيل لا مثيل له فى التاريخ.

فبحلول عام ١٠٠٠ ق.م. شرع المايا فى بناء القرى فى المناطق الجبلية من أمريكا الوسطى. وأصبحت أعمالهم الأولى قوالب أساسية لكل المجتمعات اللاحقة فى المنطقة.

واتخذت منهم أجيال المستقبل مثالاً فى تطوير أفكارهم السياسية والحضارية. واستغل المايا المعمار كنقطة انطلاق للتعبير عن معتقداتهم ولخلق حضارة خاصة بهم.

وقد خلق المايا، من خلال المعمار، مؤسسات اجتماعية بالغة التعقيد. فكانت النقطة المركزية الرئيسية فى كل مدينة مبنىً كبيراً يشبه الهرم. وكان الناس يعتبرون تلك الأبنية جبالاً ارتفعت من المستنقعات والغابات. وجعل المايا لهذه الأبنية أهدافًا ومغزى بلصق صور جصية للأحداث على جدرانها، وبذلك خلقوا تاريخًا مؤلفًا من صور. وقد وضعت حضارة المايا المبكرة الأساس لأغلب الإنجازات المعمارية الكبيرة التى تمت لاحقًا.

كانت الأبنية الأكبر حجمًا هى أكثر معمار المايا تذكراً واستكشافًا، وشملت مبانى عامة وقصوراً ومعابد وقاعات الحفلات الراقصة. ومن غير المحتمل أن المايا كان لديهم معماريون "محترفون"، بل مجموعة من البنائين الكبار يوزعون المهام وفقًا للمهارة. وعلى سبيل المثال، لما كانوا قد حددوا اتجاهات المبانى على أسس عقائدية مقدسة فقد أصبح للمتخصصين فى الدين دور فى تصميم المبنى وتكريسه فيما بعد. وقدم عامة الشعب العمالة لكى يوفوا بواجباتهم تجاه الملك أو رأس الدولة.

ولقد كان المايا ينظرون إلى المنازل والمعابد بوصفها مركز العالم، المنازل للعائلة والمعابد للآلهة. وكانت الميادين والساحات تحيط بأبنية المرافق العامة، وكانت تشكل مساحات التعاملات فى المدن. وكانت الأماكن الداخلية مظلمة وصغيرة، وبخاصة فى المعابد، حيث كانت تضم الآلهة وأسلافهم. وكان الجمهور ممنوعًا من دخول تلك الأماكن، لكنهم كان مسموحًا لهم بالوقوف فى الساحات حيث كانت تقام العديد من طقوس المايا واحتفالاتهم. وكان معمار المايا فى قلب كثير من تلك الاحتفالات. فتعمل الأبنية كمسرح وتجهز المشهد كى تبدأ المسرحية. وفى الحقيقة، كانت الساحات تضع أيضًا قيوداً على الوجهة التى يتعين على الناس أن يتجهوا إليها. وكان المايا يسيطرون

على التحركات مستخدمين التصميمات المعمارية المختلفة، مثل المداخل الضيقة، والممرات، والسلالم، وغير ذلك من تجهيزات بهدف تحديد مسار التحركات.

وقد عاش المايا داخل مدنهم الصغيرة والكبيرة وحولها فى مستوطنات كثيفة ودائمة. وعلى غرار الحال فى مجتمعات المايا الحديثة، تجمعت المنازل فى مجموعات عنقودية الشكل مكونة من وحدتين إلى ست وحدات تتمركز حول باحة مرصوفة. ويمثل "البيت المسقف" (Xanil nah) أقدم مثال معروف لعمار المايا. وكانت تلك المبانى تُبنى على منصات مرتفعة قليلاً. وأقاموا بناء المنازل على المناخ الاستوائى وكانوا يجمعون مواد البناء من الغابات القريبة. ولا يزال المايا اليوم يبنون منازلهم بنفس الطريقة. وفى الزمن القديم كانوا يستخدمون أخشاباً مقاومة للنمل الأبيض فى بناء هيكل المنزل وسقفه، وأوراق النخيل للأسقف التى تُتخذ من القش، وشرائح لحاء الشجر لربط الأشياء معًا. وكانت كل المنازل متشابهة فى أنها مكونة من حجرة واحدة. وكان ثمة موقد من ثلاث قطع حجرية يعمل كمركز للأنشطة. وكانت المنازل الملكية مماثلة فى تصميمها، ولكن مع استخدام أوسع نطاقًا للأحجار وبأحجام أكبر كثيراً، كما كانت تقوم على منصات أعلى.

كان تخطيط المدينة مبنيًا على نظرتهم إلى العالم. وكانت مواقع البناء تستند بدقة إلى معانٍ رمزية. فكان وسط المدينة، أو وسط عالمهم، تتوسطه قصور حاكمهم الحالى. وإلى الشمال كانت المقابر وأضرحة الأسلاف الملكيين، وقاعة الرقص موضوعة بدقة؛ لأن تلك اللعبة الطقوسية كانت تجمع بين أساطير الماضى والحاضر. وكانت المراكز المقدسة تحوى أبنية هرمية الشكل تعلوها معابد وآثار منحوتة لتوثيق تاريخ الملك الحاكم وأسلافه. كما احتوت المنطقة المقدسة أيضًا على مجمعات أبنية إدارية ودينية وسكنية للأسرة الملكية. أما المنطقة المحيطة بالمنطقة المقدسة فكانت بها أبنية أصغر حجمًا مخصصة للأقارب الأثرياء وإن لم يكونوا من الأسرة الملكية. وأحيانًا كانت المدن تضم ممرا مُعَبَّدًا (sak beh) يفضى من المنطقة الخارجية إلى مركز المدينة. وكانت تلك الطرق دليلاً على قوة السلطان السياسى فى كل مدينة. وعُثر على أكبر

شبكة طرق فى مدينة "كوبا" (Coba)، حيث امتدت ممرات معبدة متعددة لمسافات بلغت ٩٦,٥ كيلومتر من مركز المدينة، مبرهنة على مدى السلطان الذى كانت تتمتع به فى أيام ذروتها.

وعلى غرار المصريين، استخدم المايا شكلاً هرميًا، وإن كان أبتر ومسطح القمة، لتشييد معابدهم الكبيرة. وفى غالبية الأوقات، كانت تلك المبانى تستخدم فى أهداف احتفالية فقط وكانت تمثل معتقدات مقدسة تتناول العالم من تحتها والآلهة من فوقها. غير أن الأثريين اكتشفوا أوضاعًا استُخدمت فيها تلك الأهرامات الضخمة كمقابر لقادة عظام. ويبدو أن بعضًا من أعلى المعابد وأشدها فخامة التى عُثر على أطلالها كانت تمثل حضارات أقدم للمايا. ولم تصل الفترات المتأخرة من تاريخ المايا إلى مستوى الضخامة التى حققها أسلافهم يومًا من الأيام.

التأثير

وفى حين تزايد سكان مدن المايا عدداً، ويعود ذلك بصفة جزئية إلى مهاراتهم المتفوقة فى الزراعة، إلا أنهم نادرًا ما ابتنوا مبانى إضافية. وعوضًا عن ذلك، استخدم المايا تقنية التراكم، حيث يُبنى مبنى جديد فوق مبنى أقدم منه. وفى أغلب الأحوال، بعد أن تنتفى الفائدة من مبنى، كانوا يغلفونه جزئيًا أو كليًا بمبنى أكبر وأعلى منه. وكان من النتائج غير المقصودة لتلك السياسة المعمارية أن علماء آثار اليوم يستطيعون أن يدرسوا موقعًا ويخرجون منه بكم هائل من المعلومات الثمينة. وعادة ما يكون المبنى الداخلى، المختفى تحت المبنى الخارجى، فى حالة ممتازة من الحفظ. وأتاح الاستكشاف الأثرى لتلك الأعمال التراكمية للعلماء أن يتعرفوا على أقدم تاريخ لشَغلِ المايا للمكان. وكان من بين الفوائد الأخرى لتلك التقنية أن الخبراء نجحوا فى تتبع ذرية القواد بناء على صور الفسيفساء واللوحات والطرازات، والتى لولا هذا لكانت تآكلت وانمحت.

ولقد كان لمعمار المايا تأثيرات عميقة على المنطقة. وتظهر اليوم كثير من سمات معمار المايا فى كل أنحاء أمريكا الوسطى. فاستخدام الألوان والأماكن المفتوحة والمواد المختلفة لتقديم أفكار ودلالات، كل ذلك من الأمور الواضحة فى المعمار المعاصر. فعلى سبيل المثال، إذا أراد المايا خلق أماكن مفتوحة داخل المبانى، كانوا يعتمدون على الباحات والأبنية المربعة والأبنية المحيطة بساحة رباعية الزوايا. وكان استخدام المنصات من بين ما كان يتضمنه ذلك التصميم ذو الباحة المفتوحة، مما يعطى تنوعًا فى الأشكال والأحجام والمستويات. وكان احترام المناظر الطبيعية المكسيكية من الثوابت. وكذلك كان استخدام الألوان والمواد المختلفة بصورة طبيعية كى يضفى جمالاً بامتزاجه مع البيئة. وكلها طرازات تتضح بجلاء فى أمريكا الوسطى اليوم.

ويعود الفضل إلى الأثريين فى الكشف عن تراث المايا من خلال أفكارهم المعمارية التى تعطى معماريى اليوم درسًا فى استغلال البيئة كوسيلة صديقة لتعزيز البناء لا لإعاقته. فقد استغل المايا الغابات الاستوائية المحيطة بهم فى تحسين سبل حياتهم. وأنتجوا وفرة من الطعام بالتوسع فى إنشاء القنوات والخزانات والحقول المرتفعة. وحتى اليوم، نجد أن المزارعين المحدثين فى المناطق النائية من أمريكا الوسطى يتعلمون الأساليب الزراعية للمايا ويطبقونها فى محاصيلهم. وفى الحقيقة، حقق المايا درجة عالية من النجاح فى إنتاج الطعام بدرجة أنهم سرعان ما تكونت عندهم مدن كثيفة السكان، والتى بدورها تطلبت دورة أكبر فى إنتاج الطعام. وكان يحدث أحيانًا أن تعجز البيئة عن الوفاء باحتياجاتهم فى الحصاد مما ترتب عليه فترات من سوء التغذية الشديد. غير أن المايا حَسَّنوا من تهجينهم للذرة كما أنتجوا أيضًا قائمة مطولة من الحبوب، والقرع، والفانيليا، ونبات المنيهوت والفلفل الحار، وكان أهم شىء أنتجوه هو اختراع الشيكولاتة.

ويتفاعل أحفاد المايا مع الطقس والتضاريس بنفس الطريقة التى كان أسلافهم يتفاعلون بها معها. فلم تتغير البيئة بالنسبة لهم ولا تزال الأرض تزودهم بنفس مواد

البناء مثلما كانت تفعل فى الماضى. ويفخر حرفيو المايا ومعماريوهم بمستواهم الحرفى الرفيع، ولا يزالون يحتفظون بالكثير من عاداتهم وتقاليدهم حية، حتى والمبانى الحديثة تحيط بهم. وهذا الفخر يربط بين مايا اليوم وأسلافهم ويبقيهم على اتصال مباشر بعالم قديم كان فى وقت من الأوقات واحدًا من أعظم حضارات البشرية.

كاثرين باتشلور (KATHERINE BATCHELOR)

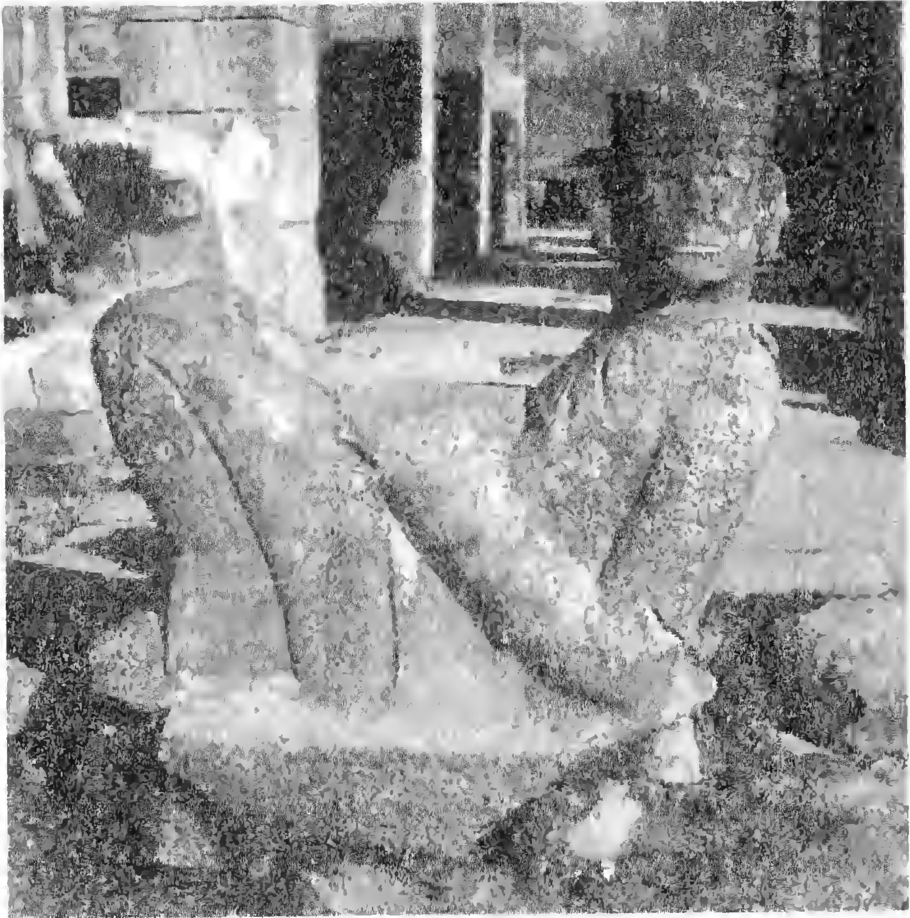
لمزيد من القراءة

Andrews, G. F. Maya Cities: Placemaking and Urbanization. Norman: University of Oklahoma Press, 1975.

Hammond, Norman. Ancient Maya Civilization. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 1988.

Sabloff, J. A. The New Archaeology and the Ancient Maya. New York: W.H. Freeman, 1994.

Sharer, Robert J. Daily Life in Maya Civilization. Westport, CT: Greenwood Press, 1996.



تمثال لأحد آلهة المايا من تشيتشن إتزا

سور الصين العظيم

نظرة شاملة

إن الشيء الذى يشار إليه عادة بأنه سور الصين العظيم هو فى حقيقة أمره أربعة أسوار ضخمة وليس سورًا واحدًا ممتدًا. وقد بدأ العمل فى أقدم قطاع فى واحد من أسوار الصين الأربعة العظيمة فى عام ٢٢١ ق.م.، ولم يكن قد مر زمن طويل على توحيد الصين فى إمبراطورية مكونة من اتحاد فضفاض بين دول إقطاعية. ويُنسَب فضل بناء أشهر سور مبكر إلى أول إمبراطور صينى وهو تشين شى هوانج-دى. وبصفة عامة، ينسب العلماء إليه فضل إعادة بناء أسوار قديمة وإصلاحها، وأحيانًا هدمها، مع بناء سور جديد لخلق مبنى يحمى الحدود الشمالية للصين من هجمات الشعوب الرحل. ولا يزال المؤرخون يتجادلون عن الشكل الذى كانت عليه تلك القلاع. ورغم أن السجلات تتحدث عن "السور الطويل" (chang-cheng)الذى شيده الإمبراطور تشين شى هوانج-دى، إلا أنه ليست ثمة من روايات تاريخية عن طول سور تشين أو الطريق الذى كان يسلكه بالضبط.

الخلفية

بدأ بناء الأسوار حول البيوت والمستوطنات وعلى طول الحدود السياسية فى الصين منذ ما يزيد على ٣٠٠٠ سنة مضت. ولعل أول أسوار أقيمت كانت بين المنازل، محَدِّدَة بذلك مرحلة مهمة فى تطور المنزل الصينى التقليدى. ثم ظهرت الأسوار حول القرى والمدن. وعُثر على أسوار طينية تحيط ببعض قرى ما قبل التاريخ، وهناك بقايا

واضحة لسور يبلغ طوله ٧ كيلومتر ولا يزال ارتفاعه يتجاوز ٩ أمتار. وقد بُنيت هذه الأسوار المتينة بتقنية طبقات التراب المسحوق بالتبادل مع الحصى وفروع الأشجار داخل هياكل خشبية. وفى الفترة ما قبل أسرة تشين، حين كانت القوة السياسية مقسمة بإحكام بين حكام مملكة إقطاعية، كانت تلك الأسوار الترابية تستخدم فى بناء أسوار الحدود السياسية للدولة.

وفى أثناء فترة الدول المتحاربة (٤٠٣-٢٢١ ق.م.) قبل توحيد الصين، تقاتلت الدول الإقطاعية للسيطرة على المنطقة التى تشكل الجانب الأعظم من الصين الحديثة. وعلى الرغم من استحالة تحديد مواقع تلك الأجزاء من السور، إلا أن بعضها قد أُعيد استخدامه أثناء بناء الأسوار اللاحقة. غير أن هذه الأسوار المبكرة لا يُنظر إليها عادة على أنها جزء من السور العظيم.

وفى ٢١٤ ق.م.، ولكى يؤمِّن الحدود الشمالية، أصدر تشين شى هوانج-دى أوامره إلى منج تيان قائد جيشه بأن يحشد كل الرعايا الأصحاء فى القطر لكى يربطوا بين الأسوار التى أقامتها الدول الإقطاعية. وأصبح هذا السور حاجزًا دائمًا يفصل بين الصين الزراعية تحت حكم أسرة هان فى الجنوب والرعاة الرحل من ممتطى الخيل فى الشمال. وطبقًا لما ذكرته الوثائق التاريخية، استُكمل السور العظيم الذى بناه تشين شى "هوانج- دى" فى ما يقرب من ١٢ سنة بواسطة جيش من ٣٠٠,٠٠٠ جندى وحوالى ٥٠٠,٠٠٠ من الفلاحين المجندين وعدد غير محدد من المجرمين المدانين. وقد تعرض هؤلاء العمال إلى عنت ومشقة شديدين، فكانوا لا يرتدون إلا الأسمال وتحملوا البرد والحر والجوع والإرهاق وأحيانًا قسوة المشرفين.

بُنى السور عبر أراض وعرة تضمنت جداول وأنهارًا وجبالاً وصحراوات. وشملت المواد الأولية التى استُخدِمت فى البناء فى عصر أسرة تشين الأتربة المحلية والأحجار والأخشاب والطوب. ورغم استخدام بعض الأحجار المستخرجة من المحاجر فى بناء الأسوار فى الجبال، إلا أن الأسوار المحشوة بالأتربة - وهى طريقة بناء صينية تقليدية -

كانت الطريقة المفضلة فى المناطق ذات التضاريس الأكثر انبساطًا وفى المناطق الصحراوية. فكانت الأعمدة أو الألواح تُثَبت على جانبى السور ثم يُملأ ما بينها بالأتربة والحصى. وكانت هذه الطريقة تتكرر طبقة فوق طبقة، ويرتفع السور ببطء ١٠ سنتيمترات فى كل مرة. وكان الحشو الترابى يُدَك بمطارق خشبية فيتحول إلى طبقة صلبة. وفى السنوات الأخيرة عثرت الأبحاث الأثرية على أدلة تثبت أن الجانب الأعظم من الأسوار المبكرة قد بُنى بهذه الطريقة. وكشف أحد الأمثلة أن السور كان مكونًا من أغصان مجمعة فى حزَم، يصل متوسط سمكها إلى ١٥ سنتيمترًا، بالتبادل مع طبقة رقيقة من الطفلة الخشنة والحصى.

كانت مواد البناء تُنقَل على ظهور البشر أو بواسطة أعمدة الحمل. وكان ثمة نظام معقد من المدقات الترابية لتسير عليها حيوانات الحمل من ماعز وحمير لحمل الطعام والمواد. وأحيانًا كانت مواد البناء تنتقل من يد ليد؛ فيقف البناؤون فى طابور يبدأ عند أسفل قطاع من السور ثم تنتقل مواد البناء من شخص إلى شخص. وكانت هذه الوسيلة أكثر أمانًا وكفاءة وبخاصة فى قطاعات السور التى بها مسارات جبلية ضيقة. وكانت العربات التى تُدفع باليد تُستَخدَم فى الأراضى المنبسطة أو ذات الانحدار الخفيف. وتُحمَل الصخور الضخمة الثقيلة الوزن على قضبان خشبية وعتلات رافعة. وكانت الحبال تُدَلَّى عبر الأخاديد والوديان العميقة لنقل السلال المحملة بمواد البناء. واستقر بعض من بقوا على قيد الحياة من فرق عمال البناء فى بعض المناطق الزراعية التى نشأت بعد انتهاء البناء.

التأثير

تعتقد غالبية العلماء أن هذا البناء المتوسع للأسوار، ومعه عديد من سمات أخرى للحياة الصينية، قد بدأ فى القرن الثالث ق.م. عندما ظهرت إلى الوجود أول دولة صينية موحدة. وقد نشأ هذا التوحيد عندما أنزلت واحدة من الدول المبكرة، وهى

تشين، هزائم بمنافسيها واتخذ الملك من اللقب الذى ابتُكِر حديثًا، وهو "هوانج-تى" (huang-ti)، أى "إمبراطور" لقبًا لأسرة تشين (٢٢١-٢٠٧ ق.م.).

شرع الإمبراطور الأول فى تنفيذ سلسلة من الإصلاحات العنيفة والمشاريع العامة لتقوية دعائم ملكه. وإضافة إلى شبكة الطرق الخارجة من المدينة العاصمة، قام عماله بربط الأسوار الدفاعية التى قامت بهدف ردع إغارات الرحل محولين إياها إلى نظام دفاعى عُرف باسم "السور الذى طوله ألف لى" (wan-li-ch'ang-ch'eng). ومنذ بدايته، ارتبط بناء سور تشين العظيم بالأسرة الناشئة للإمبراطور.

وفى الفترة ما بين ٢٣٠ إلى ٢٢١ ق.م. تم دحر المقاتلين المنافسين، أسرة هان وزهاو ووى وين تشو وكى، وتم القضاء عليهم، وتوسعت مملكة شى هوانج - دى شرقًا وشمالاً. وفى تلك الأثناء اتسع مجال الأعمال الحربية وازدادت شراستها بظهور السيف الحديدى والقوس النشابية. ونتج عن تقنية صهر الحديد الأقل تكلفة عن البرونز صناعة سيوف ذات نصال حديدية أشد مَضاءً، سبقت مثيلاتها التى اختُرِعت وأُنتِجت فى الغرب بحوالى ألف عام. أما القوس النشابية، التى تطلق السهام لمسافات تصل إلى ٢٢٨,٦ متر، فمنحت جيش تشين ميزة مهمة فى إخضاع الأعداء. وبحلول ٢٢١ ق.م. كانت أسرة تشين شى هوانج -دى قد وحدت كل الصين تقريبًا.

وأذن توحيد الصين تحت حكم أسرة تشين بسلسلة من التغيرات الجوهرية شملت بناء السور. وقد تضمن مشروع بناء السور العظيم استثمارات هائلة فى البشر والموارد المادية. فنشأت حكومة واحدة تملك سيطرة مركزية قوية. وتوحدت القوانين وفُرض حكم استبدادى. ومن بين القضايا التى كانت تحتاج لقرارات حاسمة الكيفية التى يتوجب على أسرة تشين (والأسر التالية أيضًا) أن تتعامل بها مع تهديدات الشعوب الرُّحَّل. وكان الرُّحَّل يتبعون نمطًا رعويًا من الحياة، ويقتاتون على قطعانهم ويتنقلون مع الفصول المناخية من مكان لآخر. وبفضل خيولهم وأسلحتهم كانت لهم اليد العليا على الشعب الصينى المستقر. فكان القرار بتخصيص كم هائل من البشر والموارد المادية لبناء السور قرارًا استراتيجيًا للحفاظ على سلامة الصين عند الحدود.

وقد نما الإنتاج الزراعى سريعًا على طول السور. وتحولت الأراضى التى كانت قاحلة إلى منطقة زراعية مزدهرة بها رى ومحاريث تجرها حيوانات الجر. وتوحدت الموازين والمكاييل، وكذلك العملات والكتابة. كما بُنيت طرق سريعة عريضة من أجل بناء السور. وكانت بعض تلك الطرق فى ذاتها منجزات هندسية. فقد كانت مرتفعة فى الأماكن المحتمل حدوث فيضانات فيها، وأتاحت الجسور والكبارى كفاءة فى نقل السلع ومئات الألوف من العمال.

كان أول الأسوار العظيمة مثالاً على فكرتين صينيتين مألوفتين: أن النظام الدفاعى يجب أن يقام فى منطقة وعرة تجعل الوصول إليها أمرًا صعبًا، وأن البناء يجب أن يتم بمواد متاحة محليًا. واستغلت التضاريس الطبيعية - الجبال والصحراوات - أحسن استغلال لجعل مبنى السور مستخدمًا لأقصى إمكانياته وعمليًا. وقد صُمم أول سور بحيث يردع المحاربين الذين يستخدمون السيوف والرماح والأقواس والسهام. غير أن السور بالرغم من طبيعته الدفاعية إلا أنه لم يكن عائقًا أمام التبادل الثقافى والسياسى والاقتصادى. فتنقلت السلع والأفراد والأفكار ذهابًا وجيئة فى أزمنة وأماكن مختلفة. وعلى سبيل المثال، تسللت تقنيات متقدمة للتعامل مع المعادن، وأفكار مبتكرة فى الزراعة، والخيول والجمال والموسيقى إلى الثقافة الصينية بمرور الوقت.

ولا يزال تأثير السور العظيم مجالاً للبحث والدرس والنقاش. وأصبح النظام الإمبراطورى الذى نشأ على يد أسرة تشين مثالاً استمر فى التطور على مدى الألفى سنة التالية. وتحول تاريخ السور العظيم لأسرة تشين، بعد أن غرق فى لجج الأساطير والحكايات، تحول إلى موروث غنى ومخطط للأجيال التالية من الشعب الصينى.

وعلى الرغم من اختفاء الجانب الأعظم من هذا السور العظيم الأول نتيجة لقرون من الدمار الطبيعى والتلف الذى تسبب فيه البشر، إلا أنه من الممكن مشاهدة بقايا الأتربة المدكوكة والرمال والأحجار. وبُنى السور الثانى وهو "السور الذى طوله ألف لى" أثناء عهد أسرة هان، وبُنى السور الثالث فى عهد أسرة جين التى تصالحت مع

الغزاة المغول، وشيدت أسرة مينج السور الرابع بدءًا من ١٣٦٨. وباتت هذه السلسلة من الأسوار أشهر آثار الصين وأصبحت رمزًا قوميًا، وهي تجسد بعضًا من الأفكار المبتكرة والعبقرية لأى شعب من شعوب العالم.

ليزلى هتشينسون (LESLIE HUTCHINSON)

لمزيد من القراءة

Fryer, Jonathan. The Great Wall of China. London: New English Library, 1975.

Waldron, Arthur. The Great Wall of China: From History to Myth. Cambridge and New York: Cambridge University Press, 1990.

Zewen, Luo, et al. The Great Wall. New York: McGraw-Hill, 1981.

مدن أمريكا القديمة

نظرة شاملة

قبل قرون من ظهور حضارات الأزتيك والإنكا، وهى الحضارات الأشهر عند الدارسين المحدثين للعالم الجديد فى الفترة ما قبل الكولومبية، كانت الأمريكتان موطنًا لعدد من الأقوام فائقى التطور. كان الأولك والمايا وغيرهما من أقوام أمريكا الوسطى، وكذلك التشافين فى جبال الأنديز، من الشعوب المتحضرة بالمعنى الحرفى للكلمة، فهم، بقول آخر، قد ابتنوا مدنًا. وتتبدى عظمة منجزاتهم بأروع تأثيراتها عندما نتأملها فى ضوء محدودية تقنياتهم.

الخلفية

كان أولم (Olmec) ميزوأمريكا (Mesoamerica) وهو تعبير يطلقه الأثريون على أمريكا الوسطى القديمة، يعيشون فى الغابات المطيرة وجبال خصيبة مغطاة بالنباتات، فى حين كان شعب التشافين (Chavin) بعيدًا فى الجنوب يعيش فى مناطق صخرية وجافة. غير أنه بالرغم من هذا التباين فى البيئة إلا أن الشعبين كان لديهما أمور كثيرة مشتركة: فقد ازدهر الأولك بين حوالى ١٢٠٠ وحوالى ١٠٠ ق.م.، وازدهرت حضارة التشافين فى الفترة من حوالى ١٠٠٠–٤٠٠ ق.م.

ومن بين السمات اللافتة للنظر المشتركة بين الأولك والتشافين كانت بناء الأهرامات. ومن المؤكد أن ثمة غموضًا يكتنف مسألة أن بناء الأهرامات القديمة حدث فى المقام الأول فى مصر وفى الأمريكتين عبر المحيط، مع ملاحظة أن أهرام الأمريكتين

كانت أمكنة للعبادة ولم تكن غرفًا للدفن. غير أنه من المثير للحيرة هو تبنى الأولمك والتشافين للأهرام، وهما لم تكن تفصل بينهما مسافات شاسعة فحسب وإنما كان كل منهما لا يدرك مطلقًا وجود الآخر.

وثمة سمة غريبة أخرى اتسمت بها الحضارات الأمريكية القديمة وهى التدنى النسبى لمستوى تطورها التقنى مقارنة بمنجزاتهم كبنائين. وأبرز شىء كان جهلهم بالعجلة. ورغم أنه يبدو أن بناة الأهرام المصرية كانوا أيضًا يجهلون العجلة، إلا أنهم كانوا يمارسون بناءهم قبل ١٥٠٠ سنة من نظرائهم الأمريكيين، ويضاف إلى ذلك، أن الأثريين قد عثروا على لعب أطفال لها عجلات فى مواقع مختلفة من ميزوأمريكا. ويبقى سرًا من الأسرار لِمَ لمْ يستغل الأولمك العجلة فى استخدامات أكثر عمليةً ؟!

وفضلاً عن ذلك، كانت أمريكا قبل العصر الكولومبى تقريبًا بدون حيوانات مستأنسة. (الاستثناء الوحيد كان حيوان اللاما، الذى استأنسه الإنكا فى وقت متأخر، غير أن اللاما لا يقدر إلا على حمل أحمال خفيفة لا تقارن بحمولة حصان الجر أو الثور). كما لم يكن الأمريكيون القدماء يملكون أدوات متطورة. كان التشافين بارعين فى تشكيل الأشياء من الذهب، لكن يبدو أنه ما من حضارة فى الأمريكتين دخلت عصر البرونز قبل ١٢٠٠ م. وكانت المعادن تستخدم فى الزينة بصفة أساسية، مثلما كان الحال مع المشغولات الذهبية، بينما كانت الأدوات تُصنع من الحجر. ولهذا عندما يتأمل المرء أهرام ميزوأمريكا، يشتد العجب من أنها قد بنتها شعوب تعيش حَرفيًا فى العصر الحجرى.

وقد تطورت كل من حضارتى الأولمك والتشافين من أنظمة زراعية بدأت فى التطور فى حوالى ٢٥٠٠ ق.م. وكان محور تلك الحضارات الزراعية هو المدن، رغم أن أقدم تلك المدن لم يكن مدنًا بالمعنى الشائع المفهوم عند الشعوب الحديثة، بل كانت مراكز احتفالية كان المتعبدون يحجون إليها. وكان لتلك المدن الأمريكية الأولى سمات جامدة مخططة تميزت بها بوضوح عن الحواضر المعاصرة لها فى العالم

القديم مثل بابل. وفى حين نشأت الأخيرة بطريقة آلية، وشملت فى انتشارها العشوائى وظائف متعددة، كانت المراكز الاحتفالية فى أمريكا تكاد تكون مجالاً خاصاً بالكهنة والحكام.

التأثير

كانت المراكز الاحتفالية الرئيسية للأولمك هى سان لورنزو (San Lorenzo) ولافنتا (La Venta) وتريس زابوتس (Tres Zapotes)، وتقع كلها فى برزخ تيهوانتيبك (Tehuantepec)، وهو أضيق جزء فيما هو الآن جنوب المكسيك. (من الواضح أن المدن قد اكتسبت أسماءها الإسبانية فيما بعد، ولا يعرف الأثريون الأسماء التى كان الأولمك يستخدمونها لتلك المراكز). كانت لافنتا وتريس زابوتيس على نفس خط العرض تقريباً، على مقربة من ساحل الخليج فى الشمال، بينما تقع سان لورنزو إلى الجنوب، وكونت المدن الثلاث سوياً مثلثاً رأسه إلى أسفل ويبلغ طول كل ضلع حوالى ١٦٠ كيلومتر .

نشأت سان لورنزو حوالى ١٣٠٠ ق.م.، وبُنيت على هضبة فوق جبل، ولكن الهضبة كانت من صنع البشر، وتمثل آلاف الساعات من العمل وأنهاراً من العرق البشرى. وتشير قدرة حاكمهم مجهول الاسم على تنفيذ ذلك الإنجاز إلى مستوى عالٍ من التنظيم فى مجتمع الأولمك، فلا تستطيع إلا أمة بها حكومة مركزية قوية أن تدعو شعبها لمثل هذا الإنجاز الضخم. ونجد أدلة أخرى على التنظيم الفائق الذى كان نظام الأولمك يتسم به فى المشاريع العامة العملاقة، مثل أنظمة الصرف وبرك تخزين المياه ورصف الطرق بالأحجار، وكلها كشف عنها الأثريون. وكانت سان لورنزو مدينة من المنازل التى بُنيت على شكل روابي: فى وقت من الأوقات كان بها ما يقرب من ٢٠٠ من تلك الروابى المنزلية، يقيم بها حوالى ١٠٠٠ من الكهنة والأسرة المالكة. ولكن كان هناك الآلاف من البشر – غالبيتهم من الفلاحين – يعيشون فى المناطق المحيطة، على شاكلة إحاطة الضواحى بالمدن الحديثة.

وبحلول ٩٠٠ ق.م. اضمحلت سان لورنزو وحلت محلها لافنتا. وكانت كلتا المدينتين قد بُنيتا على قباب ملحية، وهي ترسيبات كبيرة من صخور الملح تحت الأرض. وفي حين كانت سان لورنزو مركزًا احتفاليًا في المقام الأول، كانت لافنتا مدينة عادية مثل سائر المدن، تؤوي تجارًا وأناسًا ينتمون لمهن أخرى. وبصورة أو بأخرى، كانت نموذجًا لمدينة تيوتيهواكان (Teotihuacán) الأكثر فخامة التي قُدر لها أن تعقبها؛ فقد بُنيت لافنتا بنظام الشبكة، وهو نفس النسق الذي بُنيت عليه تيوتيهواكان فيما بعد، ومثلما كانت تيوتيهواكان يطل عليها هرم للشمس، كان بلافنتا هرمًا رئيسيًا بلغ ارتفاعه ما يقارب ٣٠,٥ متر.

وكان الأولمك محاطين من كل جانب بحضارات أخرى، عُثر على بقاياها في مواقع أثرية في كل أنحاء أمريكا الوسطى. وأهم تلك الحضارات كانت تلك التي طال وجودها في ميزوأمريكا فغطى الفترات التي أُطلق عليها "العصور القديمة" و"العصور الوسطى" في الحضارات الأوروبية، وهم المايا. وقد أنشأ المايا مراكز احتفالاتهم في وقت مبكر هو ٢٠٠٠ ق.م.، وبحلول حوالي ٣٠٠ ق.م. كان المايا قد استوطنوا مناطق مما يعرف اليوم بجواتيمالا وهندوراس والسالفادور قبل أن ينتقلوا إلى ما يعرف بالمكسيك اليوم.

وتحوي تشياباس الولاية المكسيكية الحالية على الحدود مع جواتيمالا، حيث لا تزال أغلبية السكان تتكلم لهجة من لهجات لغة المايا، تحوي موقعًا أثريًا في إيزابا (Izapa)، لعله كان مركزًا احتفاليًا فيما بين ١٥٠٠ و٨٠٠ ق.م. ومن المحتمل أن إيزابا حافظت على تقاليد الأولمك التي صارت فيما بعد جزءًا من حضارة المايا، ومنها عقيدة إله الأمطار. وفي مستهل الفترة المعاصرة للعصور الوسطى الأوروبية، بدأ في الازدهار عدد من مدن المايا، كان أولها "تيكال" (Tikal) فيما هو اليوم شمالي جواتيمالا.

وبجانب المايا، كان هناك شعب "زابوتك" (Zapotec)، الذين عاشوا فيما هو اليوم الولاية المكسيكية أواكساكا (Oaxaca) وأسسوا أول مدينة حقيقية (في مقابل مركز

احتفالى) فى ميزوأمريكا، وهو مونت ألبان (Monte Albán) ويحلول ٢٠٠ م كانت قد تحولت إلى مركز حضرى رئيسي، به ما يقرب من ٣٠.٠٠٠ شخص، وبقيت كذلك حتى ٨٠٠ م. غير أنه بالرغم من عظمة مونت ألبان، كانت ثمة مدينة أعظم هى تيوتيهواكان فى وادى المكسيك، بالقرب من الموقع الذى صار فى المستقبل عاصمة الأزتك فى تينوتشتيتلان (Tenochtitlán) وكذلك أصبح العاصمة المكسيكية الحديثة مكسيكوسيتى.

بُنيت تيوتيهواكان فى حوالى ١٠٠ م، وكانت أول مدينة كبيرة فى النصف الغربى من الكرة الأرضية، وخلال ٥٠٠ سنة نمت لتصبح سادس أكبر مدينة فى العالم بأكمله. وشغلت تيوتيهواكان، التى يبدو أنها كانت مدينة مبنية وفقًا لتخطيط، مساحة حوالى ٢٠.٥ كيلومتر مربع، وهى مساحة هائلة بالنسبة لمدينة من العصور القديمة. وكان بها من السكان ما يتراوح عدده بين ١٢٥.٠٠٠ و٢٠٠.٠٠٠ نسمة، وهو عدد مذهل فى ذلك العصر. (لم تكن المدن القديمة لتزيد فى الحجم عن المدن الصغيرة الحديثة، بسبب مشاكل الصرف الصحى وصعوبات أخرى).

وعلى غرار روما، كانت تيوتيهواكان مكان التقاء لحضارات متعددة، ويبدو أن أقوامًا من كافة أنحاء ميزوأمريكا كانوا يعيشون بها فى أبنية تشابه الشقق السكنية. أما "ناطحات سحاب" تيوتيهوا كان فكانت أهراماتها، وكان أهمها هرم الشمس، وكان هذا الأخير يقع فى الشارع الرئيسى فى المدينة، الذى أطلق عليه الأزتيك فيما بعد اسم طريق الموتى. وكانت معابد عظيمة أخرى تحف الطريق الذى كان ينتهى عند هرم القمر.

عاشت تيوتيهواكان حتى حوالى ٧٥٠ م، عندما بدأت فى التدهور السريع. واقترح الأثريون أسبابًا محتملة متعددة لانحدارها، منها شبوب حريق التهم الجانب الأعظم من المدينة. وقد يكون الحريق نتيجة لعمل منظم، إما بواسطة ثوار أو غزاة خارجيين مثل التولتيك (Toltecs) المولعين بالحرب والذين كان نجمهم فى صعود آنذاك. ومن جهة أخرى، قد تكون نهاية تيتيهواكان قد حلت بسبب استنزاف الأعداد الهائلة

لسكانها للموارد الطبيعية وتسببهم فى مشاكل جسيمة فى الصرف الصحى نتج عنها تفشى الأوبئة والأمراض.

وعلى مبعدة ما يقارب ٤٠٠٠ كيلومتر إلى الجنوب من الأولك عاشت حضارة شعب التشافين (Chavin)، بالقرب من حدود بيرو وإكوادور الحديثتين. ويشير تعبير "تشافين" إلى تشافين دى هوانتار (Chavin de Huántar)، وهو مركز احتفالى نشأ فيما هو اليوم شمال-وسط بيرو فى حوالى ١٢٠٠ ق.م. وعلى شاكلة المراكز الاحتفالية فى ميزوأمريكا، كانت تشافين دى هوانتار مدينة من الأهرامات والمنصات، شملت بناء ضخمًا أطلق عليه الأثريون اسم "الهرم الأكبر".

ويبلغ عرض تشافين دى هوانتار ما يقرب من ٢,٤ كيلومتر، وكان بها "ساحة عظيمة" فى جنوبها الشرقى. وإلى الشمال الغربى كانت المحكمة ومعبد "لانزون" (Lan-zon)، وهو وثن حجرى يمثل الإله الأعظم الذى كان يُعبد فى تشافين. ومثل سائر الميزوأمريكيين، كان شعب تشافين يبجل النمر الأمريكى المرقط؛ ولذلك كانت هناك "سلالم النمور" التى تفضى إلى الساحة العظيمة من الهرم الأكبر.

وعلى شاكلة المراكز الاحتفالية الأخرى، كان عدد سكان تشافين دى هوانتار قليلاً، ربما لم يكونوا يزيدون على ١٠٠٠ فرد، مع وجود آلاف أخرى (يفترض أنهم كانوا مزارعين وعمالاً لخدمة الكهنة والحكام) يعيشون فى الأماكن المحيطة بالمركز. وفيما بين ٤٠٠ و٣٠٠ ق.م. دخلت تشافين دى هوانتار فى مرحلة من التدهور، وانتهى الأمر بأن قامت مجموعة أقل تحضرًا ببناء قرية فوق الموقع. غير أن ذكراها عاشت حتى ألهمت الإنكا على نفس المنوال الذى ألهمت به تيوتيهواكان المايا والأزتيك.

وقد تأثرت بثقافة تشافين أقوام عديدة عاشت فى الأنديز، شملت الموشى (Moche)، والباراكاس (Paracas)، والنازكا (Nazca) الذين أقاموا خطوط النازكا الغامضة فيما بين ٢٠٠ ق.م. و٦٠٠م وهناك موقع آخر مثير للإعجاب بالقرب من

تشافين دى هوانتار هو تياهواناكو (Tiahuanaco) فى مرتفعات الأنديز فيما هو اليوم بوليفيا. وكان يمثل للأنديز ما كانت تمثله تيوتيهواكان لميزو أمريكا، وهو أنه مدينة كبيرة، أكثر من كونها مركزًا احتفاليًا، وعملت كنقطة جذب لكل الشعوب من حولها. وعلى شاكلة تيوتيهواكان، كانت تياهواناكو موقعًا لمنجزات معمارية وهندسية مثيرة للإعجاب، منها البوابة الضخمة للشمس التى نُحتت من قطعة صخر واحدة. غير أن ثمة سمة وحيدة تفردت بها تياهواناكو عن تيوتيهواكان بل عن أية مدينة كبيرة أخرى أيامها أو الآن، ألا وهى ارتفاعها. فقد كانت تياهواناكو، بارتفاعها الذى بلغ ٤ كيلومتر فوق سطح البحر، أعلى مدينة كبيرة فى التاريخ. وعلى الرغم من أنها ازدهرت فيما بين ٢٠٠ ق.م. و٦٠٠ م، إلا أن تياهواناكو استمر تأثيرها فى المنطقة ما بين جنوبى بيرو إلى شمال الأرجنتين حتى ما يقارب ١١٠٠ م.

كما يشير هذا التاريخ الأخير أيضًا إلى التأسيس التقريبى لمدينة كزكو (Cuzco)، وهى اليوم أقدم مدينة فى العالم الجديد استمرت مسكونة. وهى تقع الآن فى بيرو، وصارت عاصمة إمبراطورية الإنكا، التى نمت على مدى الثلاثمائة عام التالية وبدأت فى الازدهار فى منتصف القرن الخامس عشر. وتزامن مع النهضة الإنديزية، وإن كان مستقلاً عنها، ظهور الثقافة الحضرية للأزتيك التى تمركزت حول تينوشتيتلان. وتحمل كلتا الحضارتين، اللتين ازدهرتا فى الفترة الوجيزة التى تبقت للأمريكتين قبل وصول الإسبان، تحمل فى أعناقها دينًا غير محدود لأسلافهم فى مدن الغابات والجبال.

جدسون نايت

لمزيد من القراءة

كتب

Cotterell, Arthur, ed. The Encyclopedia of American Civilizations. New York: Mayflower Books, 1980.

لمزيد من القراءة

كتب

Cotterell, Arthur, ed. The Encyclopedia of American Civilizations. New York: Mayflower Books, 1980.

Leonard, Jonathan Norton. Ancient America. Alexandria, VA: Time-Life Books, 1967.

مواقع للإنترنت

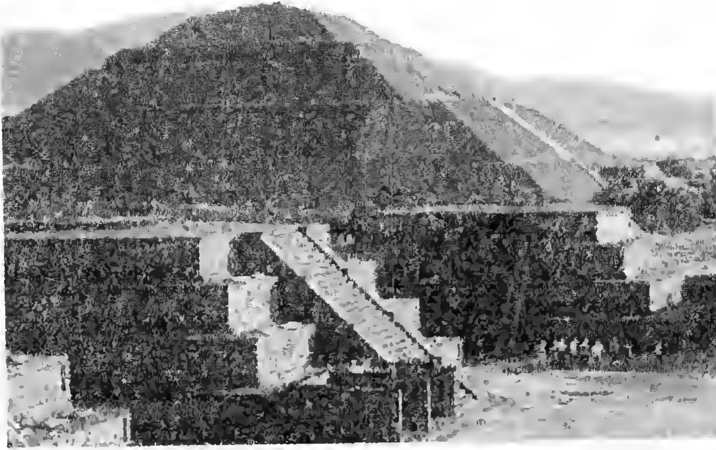
Mesoweb: An Exploration of Mesoamerican Cultures. http://www.mesoweb.com (November 14, 2000).

"New World Civilizations." http://www.emayzine.com/lectures/classical%20maya.html (November 14, 2000).

"Teotihuac?n." http://www.du.edu/~blynett/Teotihuac?n. html (November 14, 2000).



رأس من نحت الأولك



هرم من عصر ما قبل الأزتك فى تيوتيهواكان

الشعب الأرجوانى (الفينيقيون) يبتكر الصبغات

نظرة شاملة

رغم أن الفينيقيين كانوا من بين أكثر شعوب العالم القديم تأثيراً، فقد كانوا تجاراً ومستكشفين استوطنوا غربى البحر الأبيض وما بعده، إلا أنه – من الناحية الحَرْفية – لا يوجد مكان يسمى فينيقيا. وفى الواقع، يقع موطن الفينيقيين فى شريط ساحلى يتركز فيما هو اليوم لبنان، وهو سلسلة من الدول-المدن تهيمن عليها مدينتا صور وصيدا. أما الاسم "فينيقيا" فيعود إلى الأصل الإغريقى "فوينيك" (Phoinike)، الذى يشترك فى جذوره اللغوية مع كلمة "فينكس" (phoenix) وهو مصطلح يتضمن معنى الأرجوانى. وكان هذا الأخير لون صبغة طبيعية طورها الفينيقيون، وصارت مرتبطة بهم ارتباطًا وثيقًا وانعكست هذه الحقيقة على اسمهم.

الخلفية

نجد اليوم أن كل الصبغات تقريباً تأتى من مصادر مخلقة اصطناعياً، ولكن ذلك تطور لم يظهر إلا مؤخراً، فقبل منتصف القرن التاسع عشر كان كل ألوان النسيج مأخوذة من الطبيعة. وكذلك كان حال المنسوجات، وأقدم مثال عليها – عُثر عليه فى صحراء جوديا – يعود تاريخها إلى الألفية السابعة ق.م. والكتان والقنب والسمار والنخيل والبردى صارت كلها المواد التى تصنع منها الملابس فى الشرق الأدنى فيما بين حوالى ٦٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ ق.م. وفى القرون التى تلتها شرع الناس فى المنطقة فى استخدام الصوف وغيره من الألياف الحيوانية.

ويرجع تاريخ أول إشارة إلى الأصباغ فى الشرق الأدنى إلى حوالى ٢٠٠٠ ق.م. (والمصادر الصينية فى هذا الأمر أقدم من ذلك)، وكانت المادة الملوِّنة التى ذُكرت هى الفُوَّة (madder). وهو نبات ينمو فى شمال إفريقيا وجنوب شرق آسيا، وتحوى جذوره مادة ملوِّنة تتراوح بين القرنفلى [الأحمر المعتدل] والأحمر البنى [القانى]. وعُثر على أقدم ثوب ملون بالفُوَّة على شكل قطعة من الكتان فى مقبرة الملك الصبى توت عنخ أمون (ت ١٣٢٣ ق.م.).

ولعل النوع التالى من الصبغات الذى ظهر حوالى ٢٥٠٠ ق.م. كان اللون النيلى الأزرق. وبالرغم من أنه يمكن العثور على مادة "الإنديجوتين" فى عدد من النباتات، إلا أن مصدره الرئيسى هو بقلة "إنديجوفيرا تينكتوريا" (Indigofera tinctoria)، التى ربما تكون قد ظهرت فى شبه القارة الهندية (ومن هنا جاء اسمها) ثم انتشرت غربًا. وباستخدام الصودا الكاوية لتخمير أوراق نبات الإنديجو تمكن صناع الصبغات من استخلاص عجينة زرقاء صنعوا منها أقراصًا وطحنوها طحنًا ناعمًا. وعُثر على أمثلة لملابس مصبوغة بالنيلة الزرقاء فى استكشافات أثرية فى طيبة المصرية.

التأثير

إلى الشرق من مصر، فى مواجهة البحر الأبيض، كان ثمة شريط ضيق من الأرض لا يزيد طوله عن ٣٢٢ كيلومترًا وعرضه ٤٨ كيلومترًا، فى الحقيقة، أصغر بكثير من لبنان الحالية. كان ذلك هو موطن الفينيقيين، وهم شعب سامى ذو صلة بالكنعانيين الذين ورد ذكرهم فى العهد القديم. وكانت التوراة تطلق عليهم الصيدانيين، وهى إشارة إلى واحدة من أهم مدنهم، ولكن الآداب الإغريقية – حيث نجد أقدم ذكر لهم فى كتابات هوميروس – تذكرهم بالاسم الذى يُعرفون به اليوم (أى الفينيقيين).

ويكاد الفينيقيون يتفردون بين الشعوب القديمة بأنهم لم يكن لديهم جيش ولم يحاولوا أن يغزوا شعوبًا أخرى، وبدلاً من ذلك كان تركيزهم على التجارة التى توسعوا

فيها عن طريق الطرق البحرية فى المقام الأول. ولقد كانت الجغرافيا ملائمة لهم فى مسعاهم هذا. فعلى الرغم من أن تربتهم لم تكن سيئة للزراعة، إلا أن سلاسل الجبال الواقعة إلى الشرق كانت تعنى أن المساحة المتاحة للزراعة أو الرعى محدودة. ويضاف إلى ذلك أن أشجار الأرز الشهيرة الموجودة ببلدهم كانت مثالية لصناعة السفن.

تأسست أول مدينة فينيقية رئيسية، وهى صور، حوالى ٢٠٠٠ ق.م.، وخلال القرون التالية نشأت مدن موانئ أخرى مثل صيدا وبيبلوس وتريبوليس (طرابلس) وبيروتوس (بيروت). وقد غزت مصر المنطقة فى حوالى ١٨٠٠ ق.م. وأحكمت سيطرتها عليها لما يقرب من أربعة قرون، حتى استغل الفينيقيون انشغال المصريين فى حرب مع الحيثيين فى آسيا الصغرى واستقلوا. وباتت المنطقة تملك زمام نفسها حقًا كقوة تجارية بعد حوالى ١٢٠٠ ق.م.، عندما نجحت شعوب البحر - وهى شعب غامض اختفى من التاريخ بنفس فجائية ظهوره - فى كسر شوكة أوجاريت، وهى ميناء سورى كان يهيمن على التجارة فى الشرق حتى ذلك الوقت.

ومن بين السمات العديدة المميزة للفينيقيين كانت مهارة حرفييهم؛ ولهذا، فعندما كان سليمان ملك إسرائيل (حكم ح٩٦٠-٩٢٢ ق.م.) يبنى معبده فى أورشليم جلب عمالاً فينيقيين. وتشير التوراة أيضًا إلى أن الفينيقيين كانوا مهرة فى أشغال البرونز، وثمة أدلة واسعة النطاق على النحت وصناعة الزجاج الفينيقيِّين (ربما كانوا فى الحقيقة أول من صنع الزجاج). غير أنه قبل ظهور هؤلاء العمال بزمن طويل كانت هناك الملابس الملونة التى أكسبت الفينيقيين اسمهم فيما بعد، وهى ملابس أصبحت من أهم صادرات الفينيقيين.

ويبدو أن الفينيقيين واءموا بين تقنيات موجودة بالفعل ليلونوا الملابس باللون الأزرق النيلى، بينما أخذوا اللون الأحمر من القِرمِز، وهى حشرة طفيلية تعيش فى أشجار البلوط. (كلمة crimson مأخوذة من كلمة "قِرمِز" العربية وهى الاسم العربى لتلك الحشرة الضئيلة). ورغم أن الكلمة الإغريقية التى تعنى الفينيقيين توحى باللون

الأحمر، إلا أن أشهر الألوان التى أنتجها الفينيقيون كان اللون القرمزى، أو بالأدق القرمزى الصيداوى.

وبعد أن أنتج الفينيقيون الصبغات الحمراء والزرقاء، قطعوا شوطًا أبعد من إنتاج صبغات نباتية بإنتاجهم صبغات من الحياة الحيوانية. وجاء اللون القرمزى من "ميوركس برانداريس" (Murex brandaris) وهو نوع من الحيوانات الرخوية يكثر تواجده فى البحر الأبيض. وكان المينويون فى حوالى ٢٥٠٠ ق.م. هم أول من استخدم الميوركس فى صناعة الصبغات، ولكن الفينيقيين كانوا من توسع فى استخدامه فى هذا الغرض، كما يتضح من الأكوام العديدة من محار الميوركس التى عثر عليها الأثريون المحدثون فى صيدا.

وينتج كل حيوان ميوركس ما لا يزيد على نقطتين من الصبغة، ولكى تصنع جرامًا واحدًا من الصبغة يحتاج الأمر لما بين عشرة آلاف إلى عشرين ألف ميوركس، وبهذا يكون الحيوان الرخوى أغلى ثمنًا من الذهب بنفس الوزن، وبالتالى كانت الملابس الملونة بالقرمزى الصيداوى غالية الثمن إلى أبعد الحدود. ومن هنا جاءت فكرة "القرمزى الملكى"، وهى فكرة أن هذا اللون، بسبب ارتفاع ثمنه، لا يرتديه سوى الملوك. وكان ذلك أيضًا أساس فكرة الإمبراطورية التجارية الفينيقية، فقد بدأ البحارة الفينيقيون يبحثون عن مواقع محار الميوركس فى كل أرجاء البحر الأبيض.

وفيما بين حوالى ٩٠٠- حوالى ٦٠٠ ق.م. أسس الفينيقيون عددًا من المستعمرات عبر البحار التى رغم أنها بدأت كمواقع لجمع محار الميوركس، إلا أنها تحولت بمرور الزمن إلى مخازن لتخزين السلع وكمراكز تجارية للتعاملات التجارية من السكان المحليين. وهناك عبر البحر الأبيض، أنشأ التجار الفينيقيون أهم مستعمراتهم فى قرطاجنة فيما هو الآن تونس كما أنشئوا مدنًا فى جزر صقلية وسردينيا قبالة سواحل إيطاليا.

كما أنشئوا أيضًا مدنًا على القارة الأوروبية، منها مارسيليا فى فرنسا والمدن الإسبانية برشلونة وكاديز (قادش) وملقا (مالقة) وألجسيراس. وعلى مسافات بعيدة، عند حافة العالم المعروف، كانت هناك ما أسماها الفينيقيون "جزر القصدير"، وهى بريطانيا، وكذلك إقليم بريتانى على الساحل الشمالى الغربى لفرنسا. وأحضر الفينيقيون الملابس القرمزية إلى تلك الأماكن وقايضوها بالقصدير مع السكان المحليين، والقصدير عنصر أساسى فى صناعة البرونز. وبهذا يمكن القول بأن الملابس القرمزية الفينيقية كانت السبب الأساسى فى رحلاتهم الاستكشافية الواسعة النطاق، والتى أثرت بدورها فى انتشار أكبر إسهاماتهم، وهى الأبجدية.

غير أن الفينيقيين فى نهاية المطاف، انتهى بهم الحال إلى أن أصبحوا ضحية لصراعات القوى العظمى فى المنطقة. فقد بدأت آشور فى تهديد الأراضى الفينيقية منذ وقت مبكر بلغ ٨٦٨ ق.م.، وقاد العاهلان الآشوريان تجلاث-بلسر الثالث (حكم ٧٤٥-٧٢٧ ق.م.) وسناحريب (حكم ٧٠٤-٦٨١ ق.م.) حملات ناجحة على الدول-المدن. وفيما بعد، عندما حلت بابل محل آشور وأصبحت الإمبراطورية المهيمنة، سحق نبوخذنصر الثانى (حكم ٦٠٥-٥٦٢ ق.م.) صور ودمرها.

وفى وقت لاحق بعد ذلك، وبوصفها جزءًا من الإمبراطورية الفارسية، ساهم الأسطول الفينيقى فى الحروب الفارسية ضد الإغريق (٤٩٩-٤٤٩ ق.م.). وبعد ذلك بما يربو على قرن غزت جيوش الإسكندر الأكبر (٣٥٦-٣٢٣ ق.م.) الإمبراطورية الفارسية، ووقعت فينيقيا فى أيدى الإغريق فى ٣٣٣ ق.م. ثم وقعت تحت حكم الإمبراطورية السلوقية، مثلها فى ذلك مثل الجانب الأعظم من الشرق الأوسط، قبل أن تصبح جزءًا من ولاية سوريا الرومانية فى ٦٤ ق.م.

وقد شهد العالم القديم تطورًا فى صناعة الأصباغ باستخدام القرطم فى الأصباغ النباتية الحمراء والصفراء، وصبغة اللك المستخرجة من حشرة اللك فى السجاد الإيرانى الأحمر، والصبغة الزرقاء المسماة "التكلت" المستخرجة من كائن بحرى يسمى "كيلازون" (chilazon). وبحلول ١٢٠٠ م حلت صبغة قرمزية جديدة تعرف

باسم "الأرخيل" (Parchll) وتنتج من الأشنة (llchen)، محل الميوركس كمصدر للصبغة القرمزية. ثم حدث فى ١٨٥٦ أن طالبًا إنجليزيًا فى الثامنة عشرة من عمره يدعى وليم هنرى بيركينز (William Henry Perkin) (١٨٣٨-١٩٠٧) أنتج أول صبغة مخلقة اصطناعيًا فى العالم، وهى محلول أسود شبيه بالقطران وعندما يوضع على الحرير يكسبه لون الموف، أى الأرجوانى الفاتح.

جدسون نايت

لمزيد من القراءة

كتب

Barber, Elizabeth J. Wayland. Prehlstoric Textlles. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1991.

Odijk, Pamela. The Phoeniclans. Englewood Cliffs, NJ: Silver Burdett, 1989.

مواقع على الإنترنت

"The Ancient Phoenicians." St. Maron Parish of Cleveland. http://www.stmaron-clev.org/phoenicians.htm (No- vember 15, 2000).

A Bequest Unearthed, Phoenicia. http://phoenicia.org (November 15, 2000).

"Guide to Dyes." Rugnotes. http://www.rugnotes.com/discussions/zz9948.htm (November 15, 2000).

علم المعادن (التعدين) على مر العصور

نظرة شاملة

على مدى آلاف السنين، تعلم البشر أن يتعرفوا على المعادن ويستخلصوها ويمزجوها ويشكلوها فى أدوات وزينة وأسلحة. وتتبدى قدرة المعادن على تغيير الثراء والسلطان والثقافة فى المجتمعات فى أن عصر البرونز وعصر الحديد يرمزان إلى حقبتين متميزتين ومستقلتين فى تطور الجنس البشرى. وجعل التعدين من العصر الحالى عصر المعلومات شيئًا ممكنًا ولا يزال يشكل حياتنا ويتحكم فيها.

الخلفية

غيرت المعادن من شكل التاريخ - بتضخيمها لجهودنا، ومنحنا أوقات فراغنا، وخلق الإمبراطوريات - لأن المعادن أتاحت لنا أن نشكل بيئتنا وهو الشيء الذى لم تفعله أية مادة أخرى. ومن المفارقات أن أول معدن اكتُشِف، وهو الذهب، لا يتغير وهو عديم الفائدة تقريبًا. ويوجد الذهب فى الطبيعة فى صورة تكاد تكون تامة النقاء. وهو لا يصدأ ولا يتآكل، ومما لا شك فيه أنه كان يلمع فى الصخور أو فى مجارى المياه، خاطفًا أبصار البشر فى أزمنة ما قبل التاريخ. ويسهل تشكيل الذهب، لكنه لين بحيث لا يمكن استخدامه كسلاح أو أداة عمل. وفى تلك الأوقات المبكرة كانت الأحجار هى أكثر المواد فائدة، بحيث إن تلك الفترة لم يُطلق عليها اسم العصر الذهبى بل العصر الحجرى. والآثار المعدنية الوحيدة المتبقية من تلك الفترة هى حلى جميلة وأوانٍ بسيطة، مثل الأكواب والسلطانيات. ورغم ذلك، فإن الذهب قد تعلم البشر منه بعض

المبادئ الأساسية لعلم التعدين وهى مبادئ أصبحت مفيدة فى أزمنة لاحقة، وهي: الاكتشاف (العثور على المعدن والتعرف عليه فى الطبيعة)، وتركيز المعادن (فى حالة الذهب بالطرق البارد لقطع صغيرة لتكبيرها إلى قطع كبيرة)، وتشكيل المعادن (تحويل المعدن إلى الأشكال المطلوبة).

كان النحاس، الذى بدأ فى حوالى ٤٠٠٠ ق.م.، هو ما أتاح للبشر أن ينشروا تقنيات علم المعادن. ولعل سبك المعادن، وهو استخدام الحرارة لاستخلاص المعدن من الخامات، لعله قد اكتُشِف بالصدفة بواسطة الخزافين. فالأفران تصل درجات الحرارة بها إلى ما يكفى لتكوين النحاس إن وُجِد الملكيت وغيره من المعادن المحتوية على نحاس أثناء تحميص الخزف. والنحاس أكثر هشاشة من أن يحتمل الطرق البارد، لكنه قد يتحمل الطرق الساخن لتحويله إلى ألواح. ويحتاج تركيز النحاس إلى صهر قطعه الصغيرة سويًا. والنحاس معدن لين نسبيًا، ولكن من الممكن صبه لصنع أدوات وأسلحة. وكان النحاس نقطة البداية فى صناعة السبائك. ولعل مما ساعد على ذلك وجود الشوائب الطبيعية، والأخطاء (مثل الخلط الناشئ عن تشابه أبخرة النحاس بأبخرة الزرنيخ)، أو ندرة الخامات. وبغض النظر عن الأسباب، فقد أدى ذلك إلى خلق البرونز، وهو المعدن الذى أنهى العصر الحجرى فى حوالى ٣٠٠٠ ق.م.

كان أول برونز صُنع مبنيًا على الزرنيخ، ولكن البرونز الحقيقى، وهو سبيكة من القصدير والنحاس، يمكن تتبعه إلى السومريين فى ٢٥٠٠ ق.م. وفى البدء، كان يُصنع بصهر خامات مختلفة سويًا، وليس بالجمع بين المعادن النقية. والبرونز أكثر صلابة من النحاس. وشاع استخدامه وصُنعت منه الأسلحة والأدوات، مثل الفئوس والمناجل والحلى.

وانتهت سيطرة البرونز مع إنتاج الحديد، وهو مادة أشد صلابة وقوة. وبدأ الحديد يحل محل البرونز فى حوالى ١٢٠٠ ق.م. وكان أكسيد الحديد يستخدم كمادة مساعدة على صهر النحاس وتساعد على تكتله. ومع رفع درجات حرارة الأفران

للتعامل مع الخامات الجديدة، بدأت هذه المادة المساعدة يتخلف عنها رواسب الحديد. وربما يكون أول صهر للحديد قد تم فى الأناضول، وهى الآن جزء من تركيا الحديثة، فى ٢٠٠٠ ق.م. غير أن الحديد النقى هش وقابل للكسر، وكانت الاستعمالات الأولى للحديد فى مجملها لأغراض الزينة. وحدث اختراق مع نشأة التكويك (coking)، الذى يسمح بالصهر تحت درجات حرارة منخفضة وينتج عنه صورة من المعدن أقسى وأكثر صلابة وأطول عمرًا (وهو فى الحقيقة سبيكة من الحديد والكربون، أى الصلب). ويبدو أن صهر الحديد قد نشأ بصورة مستقلة فى كل من الصين وإفريقيا جنوب الصحراء. وفى الحقيقة، ثمة دلائل على صهر الحديد بالقرب من البحيرات العظمى الإفريقية يعود زمنها إلى حوالى ٨٠٠ ق.م. وبدأت هذه التقنية تنتشر فى كل أرجاء إفريقيا جنوب الصحراء فى حوالى ١٠٠ م مع هجرة القبائل المتحدثة بلغة البانتو، واستمرت فى الانتشار حتى حوالى ١٠٠٠ م.

وقد بدأ العمل على الحديد بالحديد المطاوع، وهو ببساطة الطرق الساخن المتوالى، ثم التبريد السريع فى الماء لتغيير تركيبة البللورات، ثم إعادة تسخين (تلدين) النورات (وهى حبيبات الحديد الإسفنجية غير النقية). والنتيجة هى صلْبٌ قوى صلْب وقابل للتشغيل. ودام عصر الحديد لما يربو على ١٠٠٠ سنة فى أوروبا، وظلت ثقافات عصر الحديد مهيمنة على بعض مناطق إفريقيا حتى القرن التاسع عشر.

التأثير

تُستَمَدُّ القيمة الرئيسية للمعادن من خواصها الفيزيائية. فالمعادن مرنة وطيعة ويمكن صهرها سويًا بحيث إن كميات صغيرة يمكن جمعها وطرقها أو صبها فى أشكال مفيدة. والمعادن صلبة وقوية وقابلة للانثناء فى الوقت الذى تقاوم فيه التشويه المستديم، ولذلك يمكن استخدامها كدروع ونصال وزنبركات. ويمكن الجمع بين المعادن وغير المعادن على صورة سبائك، بمزجها وتغيير خصائصها لتطويع المواد لأغراض

محددة. وفى الأزمنة الحديثة، وضعت خصائص أخرى للمعادن – قدرتها على نقل الكهرباء، ودورها فى البيولوجيا (فى الإنزيمات مثلاً)، وخواصها المرتبطة بالضوء (الدهانات)، وخواصها الإشعاعية (اليورانيوم) – وضعتها فى مقدمة تكنولوجياتنا وجعلت مبادئ علم المعادن التى اكتُشِفت فى الأزمنة القديمة أكثر أهمية.

وتزودنا المعادن بسيطرة رائعة على استخدامات الطاقة. فالنصل يركز القوة المستخدمة فى حرث حقل ويوجهها، ويحلق وجه الرجل، أو يقتل العدو فى المعركة. ويخزن الزنبرك الطاقة الحركية ويعيد توزيعها. ويوجه ماسورة تدفق المواد. كما تتيح تقنيات المعادن أول مهارات فى تحويل المواد وهو الأمر الذى أدى إلى نشأة الكيمياء. أما آمال الخيميائى فى تحويل الرصاص إلى ذهب فقد تجاوزتها سيطرتنا على المواد على المستوى الذرى، وهى سيطرة تعود إلى دروس التنقية وإعادة التركيب والتحليل الكيفى التى أفرزها علم المعادن. وعندما ظهرت أفكار العناصر الكيميائية، أسهمت المعادن فى نشأة أول جداول دورية للعناصر وانتشارها.

وثمة تأثير جانبى طريف لظهور سبائك المعادن وهو اكتشاف مبادئ الطفو فى الماء. فبسبب إمكانية خلط الفضة بالذهب، طلب ملك سيراكيوز من أرشميدس (٢٨٧؟-٢١٢ ق.م.) أن يبحث له فى أمر تاجه الجديد وما إذا كان حقيقة من الذهب الخالص. وتوصل أرشميدس إلى أن بمقدوره تحديد حجم التاج بمقدار ما يزيحه من ماء. ولما كان حجمٌ مماثلٌ من الذهب الخالص يتوجب أن يكون وزنه مساوياً لوزن التاج، فإن أى اختلاف سيكون نتيجة استخدام سبيكة. وتشير صيحته الشهيرة "وجدتها" (Eureka) ليس إلى أن أرشميدس قد توصل إلى حل لمشكلة ملكية فحسب وإنما إلى أنه اكتشف مبدأً مهما فى الفيزياء.

كان لنشأة علم المعادن تأثير عميق على البيئة والعلاقة بين البشر والطبيعة. فأينما ظهر الحديد تبعته إزالة للغابات وتزايد الزراعة. ونتج عن عمليات استخراج المعادن تسرب أحماض ومواد سامة، منها الزئبق والزرنيخ، إلى المياه القريبة. وأفسدت النفايات الأرض والهواء. ونتج عن صهر الرصاص فى روما سنة ١٥٠ ق.م.

تكوُّن سحب من غازات سامة بلغ من كثافتها أن سجلاً لتلوث الهواء الناتج آنذاك يتضح اليوم فى ترسيبات الثلوج فى جرينلاند.

ويلغ من الأهمية الاجتماعية والتاريخية للمعادن أن عصرين قد أُطلِق عليهما أسماء معادن، وهما عصر البرونز وعصر الحديد. وكان البرونز، بوصفه سبيكة، أول مادة اصطناعية حقًا. ومع توفر مجال واسع من الخواص القابلة للسيطرة، أصبح البرونز يستخدم فى صناعة الأدوات والأوعية والحلى التى تنفرد بسماتها التعبيرية. كما جعل البرونز من السيوف أمرًا ممكنًا، وهى أول أداة متخصصة فى القتال. وكانت الحروب قبل عصر البرونز مشوشة وغير نظامية. وبعد ظهور البرونز ظهر الحِرفيون الذين ابتكروا الأسلحة والتسليح الدفاعى (ومنها الدروع). وصار فى الإمكان شن حملات الغزو وبُنيت التحصينات للدفاع عن المدن التى نشأت حديثًا، والذود عن طرق التجارة ومصادر خامات القصدير والنحاس. كان البرونز متعدد الفوائد وأساسيًا فى الاقتصاديات، بحيث إنه بالرغم من ظهور وسائل فعالة لإنتاج الحديد إلا أن الأمر تطلب قرونًا كى يحل معدن جديد محل البرونز ويزيحه عن مكانته.

وفى نهاية المطاف، حل الحديد محل الخشب وحجر الصوان والصخور كما حل محل البرونز. وكانت استخداماته أوسع مجالاً من البرونز، وأسهم فى انتشار الزراعة وإحداث ثورة فيها ووضع أسلحة من نوعيات عالية فى أيدى تجمعات كبيرة من البشر. وغيرت مصادر الحديد طرق التجارة. واضمحلت، على وجه الخصوص، التجارة بين شمال أوروبا وشعوب البحر الأبيض، مما أسهم فى تفاقم التباعد الحضارى بين المنطقتين. كما صاغ الحديد الاتصالات بين القبائل، وفى عصر الحديد نشأت جذور غالبية الأمم الأوروبية الحديثة. وتسبب الحديد فى هجرات واسعة النطاق، والتى كانت مسيرات الجيوش القوية أحيانًا تدفعها أمامها. وفى حين كان السيف البرونزى أداة طعن، كان السيف الحديدى أداة قطع وشق، مما جعل من القتال من على ظهور الخيل أمرًا ممكنًا وسمح بمعارك مطولة وعلى نطاق واسع. كما حَسَّن الحديد من استخدام العجلات وأطال عمرها، مما أضاف العجلة الحربية إلى وسائل القتال. وكانت أول

إطارات شرائط من الحديد الساخن تُلَفُّ حول العجلة الخشبية وتنكمش بعد تبريدها فتصير محكمة حولها.

أصبحت المستوطنات أكثر استقرارًا فى عصر الحديد. وترتب على تزايد أحجام المجتمعات والحاجة للدفاع عنها نشأة أدوار جديدة فى المجتمع. فلأول مرة ظهرت شواهد على نشأة طبقات فىٰ المجتمع فى حضارات مختلفة، فظهرت طبقة حسنة التغذية لا تمارس أعمالاً شاقة، وطبقة أخرى أقل تغذية تعمل بالأعمال الشاقة القاصمة للظهر. كان عصر الحديد عصر الملوك والأبطال، وينعكس ذلك على الشعر والدين فى تلك الأوقات.

بيتر ج. أندروز (PETER J. ANDREWS)

نظام العصور الثلاثة

يتيح نظام العصور الثلاثة للمؤرخين مقياسًا موثوقًا به لقياس مستويات التطور التقنى فى العصور القديمة وعصور ما قبل التاريخ وفقًا للمواد التى يصنع منها المجتمع أدواته. وبالرغم من تحديد سنوات لكل عصر، إلا أن تلك التواريخ تعكس الزمن الذى فيه تحولت أكثر الحضارات تقدمًا - فى المقام الأول حضارات الشرق الأدنى والهند والصين - إلى المستوى التالى من التطور. وكان التطور التقنى أبطأ بكثير فى المناطق التى أجبرت فيها الأحوال البيئية السكان على أن يكتفوا بعيش الكفاف كنمط للحياة.

وينقسم العصر الحجرى إلى العصر الباليوليثى أو العصر الحجرى القديم، الذى يقابل تقريبًا العصر البليوستوسينى الجيولوجى ((Pleistocene Age) (١,٨ مليون - ١٠,٠٠٠ سنة مضت)؛ والعصر الميزوليثى (Mesolithic Age) أو العصر الحجرى الوسيط، من نهاية العصر الجليدى الأخير إلى ما بين ٨٠٠٠ و٦٠٠٠ سنة مضت؛ والعصر النيوليثى أو العصر الحجرى الحديث، الذى بدأ بعد ذلك. وتواريخ هذا العصر الأخير تختلف اختلافًا شاسعًا، فعلى سبيل المثال، لم تدخل حضارات الأمريكتين العصر الحجرى الحديث حتى حوالى ١٥٠٠ ق.م.، وفى هذا الوقت كان الشرق الأدنى قد دخل عصر البرونز منذ زمن طويل. وينقسم هذا العصر الأخير عصر البرونز إلى عصر البرونز المبكر (ح٣٢٠٠-١٩٥٠ ق.م.)، وعصر البرونز الوسيط (١٩٥٠-١٥٣٩ ق.م.)، وعصر البرونز المتأخر (١٥٣٩-ح١٢٠٠ ق.م.). ومرة أخرى نقرر أن تلك التواريخ تنطبق على الشرق الأدنى، ولم تبدأ حضارات الأمريكتين فى استخدام الأدوات البرونزية حتى حوالى ١١٠٠ م. وأخيرًا، ينقسم عصر الحديد إلى "عصر الحديد ١" (١٢٠٠-٩٥٠ ق.م.) و"عصر الحديد ٢" (٩٥٠-٥٨٦ ق.م.).

والتقدم التقنى لا يعكس بالضرورة تقدمًا فى مناحٍ أخرى، وعلى هذا نجد أن شعب "نوك" (Nok) فيما هو الآن نيجيريا طور أشغال الحديد فى حوالى ١٠٠٠ ق.م.، لكنه لم يكن يملك لغة مكتوبة أو مدنًا. وعلى النقيض من ذلك، نجد أن الأزتيك كان لديهم لغة مكتوبة ومدن وطرائق هندسية معقدة ومجتمع بالغ التنظيم، لكنهم لم يدخلوا مطلقًا فى عصر الحديد.

جدسون نايت

لمزيد من القراءة

Asimov, Isaac. Isaac Asimov's Biographical Encyclopedia of Science & Technology. New York: Doubleday, 1976.

Bisson, Michael S., et al. Ancient African Metallurgy: The Socio-Cultural Context. Walnut Creek, CA: Altamira Press, 2000.

Collis, John. The European Iron Age. New York: Routledge, 1997.

Ramage, Andrew, and P. T. Craddock. King Croesus' Gold: Excavations at Sardis and the History of Gold Refining. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2000.

Treister, Michail Yu. The Role of Metals in Ancient Greek History. Boston, MA: Brill Academic Publishers, 1997.

نشأة صناعة الزجاج فى العالم القديم

نظرة شاملة

الزجاج مادة صلبة غير عضوية. وعادة ما يكون شفافًا وصلبًا ويقاوم العوامل الطبيعية. وبالرغم من أنه يتكون طبيعيًا إلا أنه من أهم المواد المصنعة فى العالم وأقدمها. وما كانت الحضارات لتوجد كما هى اليوم بدون الزجاج. وللزجاج استخدامات مهمة فى العلم والصناعة والعمل والمنازل واللهو والفنون. ولا يمكن تصور العالم بدون الزجاج. وفى الأزمنة القديمة كان الزجاج يستخدم فى الأشياء العملية والزينة، ومنها تطور دوره فى المجتمع فوصل إلى المكانة التى يتمتع بها اليوم. وفى الوقت الحالى يستخدم الزجاج فى تطبيقات متباينة مثل الأدوات المنزلية والملابس والأبنية والاتصالات السلكية واللاسلكية.

يدور جدال كبير حول نشأة الزجاج الذى صنعه البشر، ولا يمكن تحديد تاريخ بدء ذلك لأول مرة تحديدًا دقيقًا. واستخدم الإنسان المبكر الزجاج الطبيعى، مثل الزجاج البركانى، فى صناعة الأدوات الحادة التى كان يستخدمها فى التقطيع والصيد. ويُعتقد أن أول أشياء صُنعت كليةً من الزجاج قد ظهرت فى بلاد الرافدين حوالى ٢٥٠٠ ق.م. وكانت غالبية الآثار التى عثر عليها تتكون من الخرز، ولكن بعضًا من مصنوعات الزجاج المبكرة، على صورة أوعية منحوتة، قد بقيت حتى الأزمنة الحديثة ويُعتقد أنها أتت من بلاد الرافدين. ويسود الظن بأنها كانت تُستَعمل للزيوت ومستحضرات التجميل لعلية القوم. وفى نهاية المطاف انتشرت صناعة الزجاج من بلاد الرافدين إلى مناطق جغرافية أخرى، مما نقل التقنية إلى مناطق جديدة من العالم.

وقد عُثر على أوعية زجاجية صغيرة نُحتت مباشرة من كتل من الزجاج، عُثر عليها مع آثار مصرية أخرى، مما يشير إلى أنه كانت لديهم هذه التقنية منذ ما يربو على ٤٠٠٠ سنة. وهناك قنينة زجاجية تحمل اسم تحتمس الثالث، فرعون الأسرة الثامنة عشرة المصرية، وهى معروضة فى المتحف البريطانى فى لندن. كما استخدم المصريون أيضًا، وهم الذين وضعوا المعايير المبكرة لصناعة الزجاج، قطع الزجاج لتزيين أشياء مصنوعة من مواد أخرى. وبمرور الوقت انتشرت مهارات صناعة الزجاج فى كل أرجاء العالم المعروف وصارت لها أهميتها عند العديد من المجتمعات.

الخلفية

لعل أول تقدم ملموس فى صناعة الزجاج كان تقنية ميلليفيورى لصناعة الأكواب المفتوحة والأطباق المفلطحة. وقد نشأت التقنية حوالى ١٠٠ ق.م. فى الإسكندرية وتتكون من قالب له شكل ما توضع عليه قطع من الزجاج الملون. ثم يغطى الزجاج بقالب خارجى للمحافظة على الشكل أثناء تحميص الزجاج فى الفرن. وفى الفرن تلتحم قطع الزجاج سويًا ثم يصقل حتى يصير ناعم الملمس. وينتج عن هذه التقنية منتج جميل وعملى.

وقبل انصرام الألفية، أدخل الفينيقيون تقنية جديدة هى نفخ الزجاج. واستخدموا نوعًا من الزجاج كثافته تناسب هذا النوع من العمل. واستخدموا عصاة نفخ حديدية لتشكيل الزجاج المصهور وقولبته. وكان طول الأنبوب حوالى ١-٢ متر يوضع أحد طرفيه فى الفم وهناك نتوء فى الطرف الآخر لالتقاط الزجاج اللين. ويلتقط الحِرفى قطعة الزجاج المنصهر ثم يدحرجها على سطح صلب حتى تصل للشكل المطلوب. ومن الجانب الآخر للأنبوب يتم النفخ إما داخل قالب أو نفخًا حرًا فى الهواء. وبتوالى محاولات التشكيل وإعادة التسخين يستطيع الحِرفى أن يشكل الزجاج

فى التشكيلات المطلوبة. كما كان يستخدم أيضًا عصا من الحديد المصمت للمساعدة فى نحت الزجاج. ويمكن إضافة سمات أكثر تعقيدًا، مثل المقابض، حسبما يتراءى للحرفى.

وسرعان ما انتشرت تقنية التشكيل بالنفخ فى أرجاء العالم المعروف. وكان الحِرفيون المهرة يتنقلون إلى حيث يتوسمون وجود أسواق تناسب مهاراتهم. وتأصل النقش على الزجاج فى إيطاليا حيث صاروا يصنعون الزجاج ذا النقوش البارزة. وتتضمن هذه التقنية الحفر فى طبقة خارجية بيضاء غير شفافة للوصول إلى طبقة داخلية داكنة مما يخلق صورة ظلية. وأشهر مثال لهذه التقنية التى تتطلب براعة هو مزهرية بورتلاند المعروضة الآن فى المتحف البريطانى بلندن. غير أن الرومان كانوا هم من تزعموا صناعة الزجاج.

استخدم الرومان طريقة النفخ لتشكيل الزجاج، مما ممكنهم من إنتاج مصنوعات زجاجية للزينة منخفضة التكاليف وعلى مستوى عالٍ. كما كان الرومان أيضًا أول من أنتجوا زجاجًا صافيًا نسبيًا وخاليًا من معظم الشوائب. وبذلك أصبحت المصنوعات الزجاجية متاحة أمام الغالبية الساحقة من طبقات المجتمع. وكانوا يصنعون أشياء مختلفة مثل السلطانيات والزجاجات والمصابيح. واهتم الحِرفيون الرومان اهتمامًا كبيرًا بحرفتهم وأصبحت أعمالهم المعيار العالمى للصناعة. وأصبحت صناعة الزجاج مجالاً مربحًا فى روما بحيث صار صناع الزجاج يدفعون ضرائب باهظة.

وكانت الأشكال المبكرة للزجاج تتكون من ثلاثة مكونات رئيسية: الجير والسليكا والصودا. ووجود شوائب فى المزيج يجعل الزجاج معتمًا أو ملونًا. ولعل كلاً من الرومان والمصريين كانوا يخلطون الرمال والأصداف البحرية المطحونة ورماد الأخشاب الصلبة كمصادر للسليكا والجير والصودا على التوالى. ولكى يلونوا الزجاج كانوا يضيفون أكسيدات المعادن المختلفة. فمثلاً، كانوا يستخدمون النحاس لصناعة الزجاج الأخضر والياقوتى اللون. ومما هو جدير بالذكر أن تلك التقنيات تعتمد على

القياس الدقيق لأكسيدات المعادن وكان صناع الزجاج الأوائل ينتجون زجاجًا ثابتًا بدرجة رائعة فى ألوانه وصبغاته.

وفى حين حقق الرومان نجاحات فى مجالات عدة من مجالات صناعة الزجاج إلا أنهم عجزوا عن إنتاج ألواح مسطحة منه، مثلما يستخدم الآن فى النوافذ. ولم يستطيعوا أن يتوصلوا إلى صناعة ألواح من الزجاج الشفاف إلا بجهد جهيد فى صقل الزجاج وتلميعه. وفى النهاية ترتب على صعوبات إنتاج ألواح مناسبة من الزجاج أن انتشر استخدام النوافذ المصنوعة من قطع الزجاج الملون.

وقد أدى انهيار الإمبراطورية الرومانية إلى تدهور حِرفة صناعة الزجاج فى العالم الغربى، ولكن الصناعة استمرت فى الازدهار فى الشرق الأدنى. واستمرت تُصنع أمثلة ممتازة للتقنيات العالية والأشكال الفنية الرائعة فى تلك البقعة من العالم طوال عصر النهضة.

وثمة تقدم مهم فى التقنية، لم يحدث إلا فى المراحل الأخيرة من العصور القديمة، وهو اختراع المنفاخ. وهى آلات ميكانيكية ترفع من ضغط الهواء داخل الجهاز بحيث تنتج تيارًا متدفقًا من الهواء. وتتكون عادة من وعاء جوانبه مرنة تسمح بتمدد حجم الوعاء لكى تجذب الهواء إلى الداخل ثم تضغط الحجم حتى تطرد الهواء إلى الخارج. وتستخدم هذه الأجهزة فى إذكاء النار، مما ينتج عنه زيادة سرعة الاحتراق فترتفع درجة حرارة النار.

التأثير

كان إدخال الزجاج المُصنَّع فى المجتمع أمرًا ذا فائدة للبشرية. ونحن الآن نعتمد على الزجاج فى الأزمنة الحديثة اعتمادًا هائلاً. وباستخدام الزجاج فى النوافذ أصبح للزجاج ميزتان واضحتان هما السماح للضوء بالدخول إلى الحجرة مع حمايتها من الأحوال الجوية المتقلبة فى نفس الوقت. ويستخدم الزجاج فى المصابيح والتلفزيونات

والمرايا والبصريات والاتصالات السلكية واللاسلكية. وهو يشكل مكونًا ضروريًا فى الكثير من أعمال الفن. والزجاج دائم وعمره طويل للغاية رغم قابليته للكسر باستعمال القوى الحادة. وهو مصمت ولا يحتفظ بالروائح، ويمكن تعقيمه تعقيمًا تامًا. وهو أساسى بصورة مطلقة لنمط حياتنا الحديث. ويستحق منا صناع الزجاج القدامى عرفانًا بالجميل لتطويرهم المستمر لحرفتهم.

وتكمن الأسباب الرئيسية وراء الاستخدامات الواسعة النطاق للزجاج فى مرونته الفائقة من حيث الاستخدامات والتصنيع، وفى التكلفة المنخفضة لإنتاجه. والمواد الخام اللازمة لصناعته زهيدة الثمن ومتوفرة بحيث يمكن إنتاج غالبية الأشياء على نطاق واسع بتكلفة معقولة.

كان أهم تقدم فى تقنيات صناعة الزجاج هو القولبة بالنفخ، التى كان لها تأثير هائل على المجتمع ويمكن اعتبارها واحدة من أهم الابتكارات التكنولوجية فى التاريخ. ويفضلها تمكن البشر من تشكيل الزجاج المصهور بأى حجم وفى أى شكل تقريبًا. وتتراوح أحجام الزجاج بين الألياف الضوئية متناهية الصغر (أقل من ١/ ١٠٠,٠٠٠ من المتر) والمرآة العاكسة فى تلسكوب هال البالغة الضخامة (أكثر من خمسة أمتار).

وسمحت تقنية نفخ الزجاج باستخدامات تجارية جديدة للزجاج ونتج عنها خلق قطع فنية على أرقى مستوى. وتعتمد غالبية تقنياتنا الحديثة فى نفخ الزجاج على تقنيات كانت موجودة بالفعل بحلول سنة ٣٠٠ م. ومنح نفخ الزجاج للحرفيين سيطرة رائعة على عملهم، وفى نفس الوقت أفرز عددًا لا نهائيًا من الأشكال والأحجام. ويمكن صناعة تلك القطع بتكاليف منخفضة نسبيًا وأسهمت فى تمهيد الطريق أمام اعتمادنا الكثيف على سلعة رخيصة وعملية.

كان التأثير الفورى للتحسن الذى طرأ على صناعة الزجاج هو أن السلع الزجاجية صارت متاحة أمام الجميع، بعدما كان استخدامها مقتصرًا على الطبقات

العليا من المجتمع. وباتت سلع منزلية مهمة ومفيدة، مثل الزجاجات والمصابيح، عماد الحياة فى كل منزل. كما أعطت المجتمعات التى طورت صناعة الزجاج وصدرته سلعة مهمة للتجارة، بما لذلك من فوائد اقتصادية أيضًا. وكان للزجاج تأثيرات إيجابية هائلة على المجتمعات المبكرة، ولكن له أهمية خاصة فى الأزمنة الحديثة لأنه يدخل فى تركيب كل أوجه المجتمع. وهو حقًا واحد من أهم المنتجات المصنعة.

جيمس ج. هوفمان (JAMES J. HOFFMANN)

لمزيد من القراءة

Corning Museum of Glass. A Survey of Glassmaking from Ancient Egypt to the Present. Chicago: University of Chicago Press, 1977.

Dodsworth, R. Glass & Glassmaking. New York: State Mutual Book & Periodical Service, 1990.

McCray, Patrick, ed. The Prehistory & History of Glassmaking Technology. Westerville: American Ceramic Society, 1998.

Oppenheim, A. L. Glass & Glassmaking in Ancient Mesopotamia. Corning, NY: Corning Museum of Glass, 1988.



أوانى زجاجية رومانية قديمة

الإضاءة فى العالم القديم

نظرة شاملة

من المفارقات أنه حتى القرن التاسع عشر - عشية اختراع مصباح الإضاءة الكهربائى - تكاد تكون وسائل الإضاءة باقية دون تغيير منذ أقدم العصور. وكانت هناك ثلاث وسائل للإضاءة هى، حسب ترتيب ظهورها، المشاعل والمسارج (جمع مسرجة) والشموع، وكلها كانت تستخدم شحم الحيوان، أو الزيوت النباتية كما فى حالة مسارج أكثر المجتمعات القديمة تقدمًا. وهكذا كان الناس منذ آلاف السنين تخوض فى الظلام، لا أثناء الليل فحسب، وإنما فى الأماكن النائية البعيدة عن الشمس أيضًا.

الخلفية

فى المسكن التقليدى لإنسان ما قبل التاريخ، وهو الكهف، كان الضوء ضرورة لازمة فى كل الأوقات؛ لأن إضاءة الشمس لا تصل إلى الأعماق الصخرية لتلك المنازل. وعلى الرغم من أن الاعتقاد الشائع يصور وجود النار والعجلة بوصفها اكتشافات متزامنة تقريبًا - مع إضافة أو طرح بضعة آلاف من السنين - إلا أن الحقيقة تقول إن العجلة لم تظهر إلا فى أزمنة التاريخ المعروف، فى حين أن استخدام الإنسان للنار يمتد إلى أقدم خبايا التاريخ غير المكتوب.

وطهو الطعام من بين الاستخدامات الحديثة نسبيًا للنار؛ بيد أنه حتى عندما كان البشر لا يزالون يلتهمون لحم الحيوانات نيئًا كانوا بحاجة إلى الدفء والإضاءة التى

توفرها النيران لهم. وعلى الرغم من أنه قد يبدو أن الدفء أكثر أهمية للبشر من الإضاءة، إلا أنه من المرجح أن الفائدتين ظهرتا فى نفس الوقت تقريباً. فعندما شرع إنسان ما قبل التاريخ فى استخدام النار فى التدفئة لم يمض وقت طويل حتى اكتشف أولئك الأسلاف الأولون فاعلية النيران فى التخلص من الظلام والمخلوقات المفترسة التى تأتى معه.

وكان صنع تقنيات الضوء المحمول، على صورة مشاعل أو مسارج بدائية، خطوة رئيسية فى التطور قبل التاريخى. ولعل المشاعل كانت تُصنع بجمع المواد الراتنجية من الأشجار، رغم أن ذلك مجرد افتراض إلى حد ما؛ لأن المادة الخشبية لم يتبق منها شىء. وعلى النقيض من ذلك، بقى المئات من المسارج الحجرية من فترة ما قبل التاريخ.

وكان إنسان العصر الحجرى القديم فى المعتاد يستخدم كمسارج إما أحجاراً بها تجاويف طبيعية، أو صخوراً لينة - مثل الحجر الصابونى أو الإستياتيت - ينحتون فيها تجاويف مستخدمين مادة أشد صلابة. وعثر الأثريون فى مواقع فى جنوب غرب فرنسا على مئات عديدة من المسارج غالبيتها مصنوعة من الحجر الجيرى أو الحجر الرملى. وكان الحجر الجيرى بالذات اختياراً موفقًا لأنه ناقل ردىء للحرارة، بينما كانوا ينحتون للمسارج المصنوعة من الحجر الرملى الناقل الجيد للحرارة مقابض لحماية يد من يستخدم السراج.

وإضافة إلى المسارج الحجرية، تبين فنون الكهوف فى "لاموت" (La Moute) بفرنسا مسارج كمثرية الشكل مصنوعة من رؤوس وعول الإيبكس وقرونها، وهو نوع من الماعز الوحشى كبير الحجم كان موجوداً بكثرة فى المنطقة آنذاك. وجدير بالذكر فى هذا الصدد، أن مجرد وجود فنون فى الكهوف، وأشهرها ما عُثر عليه فى كهوف لاسكو (Lascaux) فى جنوب فرنسا، يوضح بجلاء كيف غيرت الإضاءة الاصطناعية العالم حتى فى تلك السنوات المبكرة. فهذه الجداريات الرائعة فى ثنايا أعماق الكهوف

واستحالة وصول أشعة الشمس إليها، لم تكن لتوجد لو لم يكن أقوام فترة ما قبل التاريخ قد ابتكروا وسيلة يُعتَمَدُ عليها فى إضاءة كهوفهم.

التأثير

ينقسم تاريخ الإضاءة بصفة عامة إلى أربع فترات، تتداخل كل منها مع بعضها وهذا يبين بطء التغيرات فى تقنيات الإضاءة. وأول فترة هى الفترة البدائية، وهى فترة تشمل استخدام إنسان ما قبل التاريخ للمشاعل والمسارج، بالرغم من أن الحقيقة تقول إن الفلاحين الفرنسيين استمروا فى استخدام نفس طرق الإضاءة المرسومة على جدران الكهوف القريبة حتى الحرب العالمية الأولى.

والفترتان الأكثر حداثة هما فترة العصور الوسطى، التى شهدت نشأة المسارج المعدنية، والفترة الحديثة أو فترة الاختراعات. وبدأت تلك الفترة الأخيرة بابتكار ليوناردو دافينشى (١٤٥٢-١٥١٩) لقنديل الفانوس الزجاجى سنة ١٤٩٠، والتى وصلت إلى ذروتها بابتكار توماس إديسون (١٨٤٧-١٩٣١) لأول مصباح عملى متوهج سنة ١٨٧٩، وهى فترة مستمرة حتى اليوم. غير أن ثمة فترة بين الفترة البدائية والقروسطية هى عالم بلاد اليونان وروما القديمتين، وهى الفترة الكلاسيكية، وهى فترة ذروة الإضاءة فى الأزمنة القديمة. أما الحضارات القديمة المبكرة، مثل الحضارة المصرية، فتنتمى إلى الفترة البدائية للإضاءة، قبل الانتشار النسبى للشموع واستخدام الزيوت النباتية كوقود.

ومن المهم أن نعترف أنه فى حين كان المصريون القدماء متقدمين بلا حدود عن شعوب ما قبل التاريخ فى قدراتهم المشهود لها فى لغتهم المكتوبة وأبنيتهم وتنظيماتهم السياسية، إلا أنهم فى مناحٍ شتى كانوا لا يزالون يعيشون فى العصر الحجرى. وفى الحقيقة، كانت مصر فى عهد الدولة القديمة، (ح٢٦٥٠-ح٢١٥٠ ق.م.)، وهو عصر بناة

الأهرام، كانت حرفيًا قد خرجت لتوها من العصر الحجرى؛ لأن أشغال معادن عصر البرونز كانت فى مراحلها الأولى.

ومع ظهور الأدوات المعدنية فى عصر البرونز بل وأكثر منه فى عصر الحديد الذى بدأ حوالى ١٢٠٠ ق.م.، ظهر مشعل النبراس، وهو سلة برونزية من الحديد المطاوع توضع بها مواد راتنجية مثل عقد الصنوبر مع كمية كبيرة من الأخشاب الصلبة. كان ذلك هو الحال فى أجزاء من أوروبا ومناطق أخرى بها نمو كثيف للأشجار، ولكن المصريين، بما لديهم من أشجار قليلة، كان عليهم أن يشعلوا شحوم الحيوانات، وبدلاً من سلة الحديد المطاوع، كانت تجهيزات الإضاءة التقليدية فى قصر فرعون تتكون من سلطانية من الحديد المطاوع. (وكذلك كان الحال بعد قرون عند الإغريق والرومان، حين كانت المواد التى تُصنع منها المصابيح من المعدن للأثرياء ومن الطين للفقراء ، فكانت مقياسًا للتفرقة بين الطبقات).

وفى أوقات مختلفة، استخدمت شحوم الفقمة والخيل والماشية والأسماك فى إشعال المسارج. (وعلى النقيض من ذلك، لم ينتشر استخدام شحم الحوت على نطاق واسع إلا فى القرن التاسع عشر). وأحيانًا كانت الشعوب البدائية تشعل حيوانًا كاملاً - مثل طائر النوء العاصف[1]، وهو طائر غنى بالشحوم - للحصول على الضوء. ونجد أن شحوم الحيوانات، حتى بدون مثل تلك التجاوزات القاسية، كانت تتسبب فى نار ذات دخان كثيف وخطير وكريه الرائحة.

وعلى الرغم من أن الأثريين قد عثروا فى فرنسا على مسرجة يعود تاريخها إلى ٢٠ ألف سنة مضت بداخلها رواسب الياف، إلا أن استخدام الزيوت النباتية فى الإضاءة لم يترسخ إلا أيام الإغريق والرومان والأخيرة بوجه خاص. وكان النوع

---

(١) طائر من الطيور البحرية صغير الحجم أسود اللون وأبيض عند منبت الذنَب . (المترجم) .

المفضل عند الرومان هو زيت الزيتون مع إضافة قليل من الملح لتجفيف الزيت وإضفاء مزيد من السطوع على الضوء. غير أن الزيوت الحيوانية استمرت مستخدمة لدى الفقراء، الذين كانت منازلهم معبقة برائحة زيت الخروع أو زيت السمك. ولما كان وقود المسارج يكاد يأتى كله من مصادر صالحة للأكل، فقد ارتبطت أوقات المجاعات بأوقات إظلام أيضاً.

ومثلما كان الحال مع استخدام الزيوت النباتية، يعود تاريخ الشموع إلى أقدم العصور، ولكن هذا الاستخدام القديم للشموع لم ينتشر إلا فى روما، أى بين المواطنين الأثرياء. وباستخدامها للشحم الحيوانى بدا الأمر وكأنما هو ردة إلى مرحلة مبكرة، ولكن استخدام الشحوم الصلبة جعل الشموع أكثر استقراراً وأماناً من زيت المصابيح.

كان وجود الفتيل أمراً مشتركًا بين الشموع والمسارج، وكانت تُصنع من ألياف بطيئة الاحتراق. وكان الفتيل فى المصباح يمتص الوقود السائل الذى يتحول إلى غاز بعد احتراقه، وكان الكربون المحترق فى نهاية الفتيل هو مصدر الضوء. فى حين أن حرارة اللهب فى نهاية الفتيل فى الشموع تذيب الشمع بالقرب من قاعدة الفتيل. ويُمتص الشمع الذائب إلى أعلى بالخاصية الشعرية، حيث يتبخر بتأثير الحرارة، ويَنتُج الضوء من احتراق البخار.

وحتى بعد أن صار أثرياء روما يستخدمون الشموع أو الزيوت النباتية فى مصابيح برونزية، والفقراء يضيئون منازلهم بزيوت الأسماك فى مسارج من الصلصال أو الطين، استمر الجنود وغيرهم ممن يحتاجون لإضاءة محمولة فى استخدام المشاعل المصنوعة من أخشاب راتنجية. وكان الحال مشابهًا فى بلاد اليونان فى العصر الكلاسيكى، كما يستطيع المرء أن يستنتج من إشارة ثوسيديديس (ح٤٧١-٤٠١ ق.م.) استخدام المشاعل فى إحراق معبد هيرا فى أرجوس.

وتصور رسوم المقابر الإترسكية، فى أورفيتو بإيطاليا، الشموع، وفى الحقيقة، عثر الأثريون فى مدينة فايزون (Vaison) الفرنسية على قطعة شمع من القرن الأول

الميلادى. وثمة إشارات بارزة إلى الشموع فى الكتابات الكلاسيكية منها وصف بلينى (ح٢٣-٧٩ م) لصناعة الشموع، وكذلك سطور كتبها جوفينال (Juvenal) اشتهر فى القرن الأول م) فى كتابه "حول مدينة روما" جاء فيها: "... فى عودتى لمنزلى لم يهدنى إلا القمر / أو شمعة صغيرة حافظت على فتيلها بعناية ...".

ومن البديهى أن الإشارات إلى المسارج أكثر من ذلك بكثير، مثل المسارج التى عُثر عليها فى الحفريات الأثرية، فمثلاً عُثر في بومبى على ٩٠ سراجًا مزخرفًا حفظتها ثورة بركان جبل فيزوف فى ٧٩ م. وكتب كلٌ من جوفينال وبلينى عن المسارج، وذكر بلينى أن "الفتيل المصنوع من ألياف نبات الخروع يعطى ضوءًا صافيًا رائعًا، ولكن الزيت يحترق مُصدرًا ضوءًا خابيًا لأن الزيت شديد الكثافة". ويضاف إلى ذلك أننا نجد فقرات عديدة فى العهد الجديد تتحدث عن المسارج، ولعل أشهر إشارة إلى الإضاءة فى الآداب القديمة هى تحذير المسيح بأن "وَلَيْسَ أَحَدٌ يُوقِدُ سِرَاجًا وَيُغَطِّيهِ بِإِنَاءٍ" (لوقا ١٦:٨).

جدسون نايت

لمزيد من القراءة

كتب

Faraday, Michael. The Chemical History of a Candle (reprint of 1861 volume). Atlanta: Cherokee, 1993.

Forbes, R. J. Studies in Ancient Technology. Leiden, Netherlands: E. J. Brill, 1955.

Phillips, Gordon. Seven Centuries of Light: The Tallow Chandlers Company. Cambridge, England: Grant Editions, 1999.

مواقع على شبكة الإنترنت

"An Appreciation of Early Lighting." Cir-Kit Concepts. http://www.cirkitconcepts.com/EarlyLighting.html (November 16, 2000).

McElreath, Elizabeth F., and Regina Webster. "Artificial Light in Ancient Rome." University of North Carolina. http://www.unc.edu/courses/rometech/public/content/arts_and_crafts/Libba_McElreath/artificial_light_in_r ome.html (November 16, 2000).

Pressley, Benjamin. "Conquering the Darkness: Primitive Lighting Methods." http://www.hollowtop.com/spt_ html/lighting.htm (November 16, 2000).



مسرجة زيتية قديمة

التقويم فى بلاد الرافدين

نظرة شاملة

تعود جذور التقويم المستخدم اليوم فى الغرب إلى النظام الذى ابتدعه فلكيو بلاد الرافدين - وبوجه خاص حضارة بابل - فى الفترة ما بين الألفية الثالثة والألفية الأولى قبل الحقبة المسيحية. وابتكرت حضارات أخرى تقاويم خاصة بها بدرجات متفاوتة من الدقة، لكن بلاد الرافدين كانت المكان الذى تحددت فيه مفاهيم السنة والشهر واليوم واكتسبت تعاريف أكثر ثباتًا ودوامًا. وثمة وسيلة رابعة لتحديد الزمن، وهى الأسبوع، من المحتمل أن نتتبعها، ولو بصورة غير مباشرة، إلى بابل.

الخلفية

منذ بدايات الأزمنة المسجلة، أدرك الناس أن السنة يصل طولها إلى حوالى ٣٦٠ يومًا، وهو رقم تتردد أصداؤه فى استخدام دائرة من ٣٦٠ درجة بين الرياضياتيين والفلكيين اليوم. ولعل ذلك كان له تأثيره أيضًا فى تبنى البابليين للنظام الستينى للأعداد أى المبنى على رقم ٦٠ (مقابل النظام العشرى الذى يستخدمه الغربيون اليوم) فى حوالى ٢٧٠٠ ق.م.

ويمثل الرقم ٣٦٠ متوسطًا، بين طول التقويم القمرى والتقويم الشمسى أو يكاد، والتقويم القمرى، كما يشير اسمه، مبنى على دورات القمر حول الشمس، التى تتم منها ١٢ دورة خلال سنة شمسية. ويبلغ طول الشهر السينودى أو الاقترانى ٢٩,٥٣

يومًا – ويشير تعبير "السينودى" إلى اقترانٍ بين جرمين سماويين، هما فى هذه الحالة القمر والشمس – ويبلغ طول السنة فى التقويم القمرى حوالى ٣٥٤,٣٧ يومًا. وتَبَنِّى تقويم قمرى هو أمر مقبول على المدى القصير، ولكنه على مدى فترات أطول سرعان ما تظهر اختلافاته عن الفصول المناخية. وهذا يفسر لِمَ نجد اليوم أن التقويم القمرى الرئيسى يستخدم فقط فى الشرق الأوسط الإسلامى، وهى منطقة لا تحدث بها إلا تغيرات فصلية مناخية قليلة.

وكان لمشاكل التقويم القمرى أثر فى نشأة تقويم آخر هو التقويم القمرى – الشمسى. وتتكون أغلب السنوات، طبقًا لهذا التقويم، من ١٢ شهرًا، غير أنه يصبح من الضرورى كل بضع سنوات إضافة شهر ثالث عشر – وهو أمر يسمى الإقحام – لإبقاء التقويم متسقًا مع الفصول المناخية. ونجد أن التقويم الصينى المستخدم فى غالبية أنحاء شرق آسيا اليوم، وكذلك السنة اليهودية أو العبرية، هما أمثلة حية على الطريقة القمرية–الشمسية. غير أن باقى أنحاء العالم يستخدم تقويمًا شمسيًا تعود جذوره إلى روما. غير أننا نستطيع أن نرجع بعناصر من التقاويم الرومانية واليهودية والإسلامية إلى أسس نشأت على يد فلكيى بابل وغيرها من حضارات بلاد الرافدين.

التأثير

كان الاهتمام بالتنجيم هو الدافع وراء المنجزات الفلكية البابلية، وفى الحقيقة، كان التحديق الرافدى إلى النجوم له جانب دينى دائمًا. ولعل هؤلاء المنجمين كانوا أول من قرن الأجرام السماوية بالآلهة: فكان القمر يسمى "سين"، وهى ربة كان السومريون أول من عبدوها. وفى هذا الصدد، من اللافت للنظر أن نلاحظ العلاقة الوثيقة بين التسميات المبكرة للأجرام السماوية والمصطلحات التى استخدمها الرومان فيما بعد.

فمثلاً كان الرومان يربطون بين الشمس وأبوللو، الذى كان يقود عربة نارية عبر السماء؛ وفى بابل كان شاماش يؤدى نفس المهمة، وصار اسمه الاسم البابلى للشمس. وقد نجد أوضاعًا مشابهة فى الأسماء التى نستخدمها اليوم للكواكب: فينوس كانت ربة للخصوبة مثلما كانت عشتار، وهو الاسم الذى أطلقه البابليون على هذا الكوكب. وبالمثل كان ماردوك ملك الآلهة، وأطلق البابليون اسمه على أكبر كواكب النظام الشمسى، وهو المعروف اليوم باسم جوبيتر (المشترى).

وتؤكد هذه الحقائق على أمرين: الدَّيْنُ الذى يحمله الفلكيون فى أعناقهم للبابليين، والعلاقة الوثيقة بين الدين وبدايات علم الفلك. غير أن التقويم له أيضًا تطبيقات واقعية عديدة، انعكست بداهة على وسائل بلاد الرافدين لتقسيم السنة. فقد اكتفى الفلكيون الأوائل فى المنطقة بتقسيم السنة الشمسية إلى فصلين مناخيين، يعادلان تقريبًا الربيع-الصيف والخريف-الشتاء. ولما كانت آشور تقع إلى الشمال من بابل فقد كان منطقيًا أن تضيف فصلاً ثالثًا، وإلى الشمال أبعد من ذلك نجد الحضارة الحيثية فى الأناضول (تركيا الحديثة) حيث قسم الفلكيون السنة إلى أربعة فصول تعكس دورة البذر والحصاد.

ثم ظهرت فكرة الشهر، الذى يبدأ مع أول إشارة للقمر الجديد. وكانت هذه الطريقة فى التعرف على الشهور قد أصبحت شائعة بالفعل فى الألفية الثالثة ق.م.، ولكن أسماء الشهور لم تكن موحدة. فكان لكل مدينة أسماء خاصة بها للشهور، وأحيانًا عدة أسماء، وبحلول القرن السابع والعشرين ق.م. شرع السومريون فى حساب الشهور حسب الملك الحاكم. وهو أسلوب مألوف لأى شخص قرأ العهد القديم، فهو ملىء بفقرات تبدأ "فى اليوم الـ-- من الشهر الـ--- فى السنة الـ-- من حكم --".

بدأ الكتبة السومريون فى حوالى ٢٤٠٠ ق.م.، مدفوعين بالاحتياج العملى لسنة قمرية-شمسية تشمل الدورة الزراعية بكاملها، فى تبنى سنة من ٣٦٠ يومًا مكونة من ١٢ شهرًا كل منها من ٣٠ يومًا. وطبقًا لهذا النظام، تبدأ السنة الحسابية (التى يطلق

عليها المحدثون اسم السنة المالية) بعد شهرين من قطع الشعير، وهو الوقت الذى تحين فيه تسوية الحسابات. وكان حصاد الشعير يحدد موعد بداية السنة الزراعية، ولما كان السومريون يربطون بين حصاد طيب وحكم طيب سواء سياسيًا أو دينيًا، فقد كان خطوة طبيعية أن يجعلوا تلك بداية السنة الملكية أيضًا.

ولهذا كان الحاكم فى بداية السنة يقدم أول ثمار الحصاد للآلهة، للتأكد من استمرار رضائها. كما كانت الاعتبارات السياسية تتحكم أيضًا فى تسمية السنين، التى لم يكن لها أرقام إلا - كما أسلفنا - وفقًا للحاكم الحالى. وهكذا إذا حدث شيء يستحق الذكر أثناء "السنة - من حكم -"، فإنها تصير أيضًا على سبيل المثال، "السنة التى فيها بنى - معبد إنانا". غير أنه بحلول القرن السابع عشر ق.م. كان البابليون قد حددوا مسميات للسنين، ويحصون السنين الملكية وفقًا للنظام الذى تبناه مؤلفو التوراة فيما بعد.

وقبل ذلك، فى القرن الثامن عشر ق.م. قنن البابليون تحت حكم حمورابى (حكم ١٧٩٢-١٧٥٠ ق.م.) التقويم القمرى الذى كان قيد الاستعمال بين الحضارات الرافدية المختلفة لأربعة قرون. وكانت السنة البابلية تبدأ فى الربيع فى أول أيام شهر نيسانو، وبعد القرن السابع عشر ق.م. أصبح يُطلق على الفترة بين تولى ملكٍ الحكم وأول نيسانو "بداية حكم -".

انتهى المطاف بتبنى التقويم القمرى إلى نشأة الحاجة إلى وجود شهر مقتحم. وكان ذلك بدوره سمة للتقاويم القمرية المبكرة منذ القرن الحادى والعشرين ق.م.، ولكن تطبيقه كان خاطئًا فى الواقع. واستخدمت كل مدينة من المدن السومرية المختلفة نظامها الاقتحامى الخاص بها، مما نتج عنه تشوش وارتباك عظيمان. وترتب على تأسيس إمبراطوريات متعددة الجنسيات للبابليين والآشوريين وفيما بعد للفرس توحيد قياسى لهذا النظام من خلال توجيهات عليا. وبحلول حوالى ٣٨٠ ق.م. اطمأن أباطرة الفرس إلى أن التقويمين القمرى والشمسى قد انتظما سويًا بصورة أو بأخرى.

كان النظام البابلى الذى ساد فى أرجاء الشرق الأدنى يتكون من ١٢ شهراً أساسيًا: نيسانو، وأيارو، وسيمانو، ودوعوزو، وأبو، وأولولو، وتشريتو، وأراخسمنا، وكيسليمو، وتِبِتُو، وشاباتو، وأدارو. وتتم دورة قمرية - شمسية كاملة كل ١٩ سنة شمسية أو ٢٣٥ شهرًا قمريًا، مما يتطلب إقحامًا فى السنوات ٣ و٦ و٨ و١١ و١٤ و١٧ و١٩ وكانوا يطلقون على الشهر المقحم اسم أدارو الثانى، فيما عدا السنة السابعة عشرة حيث كان يسمى أولولو الثانى.

وقد يبدو هذا النظام بالغ التعقيد فى نظر المراقب الحديث، ولكنه حقق الغرض منه لقرون عديدة. وأدى احتكاك اليهود بالثقافة البابلية أثناء سنوات الأسر البابلى (٥٨٧-٥٣٩ ق.م.) إلى أن التقويم العبرانى تأثر به تأثرًا دائمًا. وبدورها تعكس التوراة التأثيرات الرافدية، والبابلية منها على وجه الخصوص، على عدد من التفاصيل - منها فكرة الأسبوع، والتى ربما تكون واضحة فى الفصول الافتتاحية لسفر التكوين. غير أنه ليس من الواضح ما إذا كانت الفكرة الحديثة للأسبوع قد نبعت جذورها فى الشرق الأدنى أم أنها نشأت فى روما.

فهناك، كانت قد سادت منذ زمن طويل دورة تتعلق بالأسواق وتتكون من ثمانية أيام، وبحلول القرن الثانى ق.م. تحولت إلى دورة من سبعة أيام وتشير الأيام إلى الآلهة وكواكبها الحاكمة: ساتورن (زحل)، والشمس، والقمر، ومارس (المريخ)، وميركيورى (عطارد)، وجوبيتر (المشترى)، وفينوس (الزهرة). ولا تزال أسماء أيام الأسبوع التى يستخدمها الفرنسيون والمتحدثون باللغات الرومانسية تعكس صدى للتأثيرات الرومانية، فى حين تستخدم اللغات الجرمانية مثل الإنجليزية مزيجًا من المصطلحات الرومانية والنوردية. وبهذا نجد أن تيو وودن وثور وفريا قد حلوا محل مارس وميركيورى وجوبيتر وفينوس فصارت أسماؤها Tuesday (الثلاثاء) و Wednesday (الأربعاء) و Thursday (الخميس) و Friday (الجمعة) على التوالى.

وبالمثل، نجد أن الصيغة الحديثة للتقويم الشمسى توضح بجلاء تأثيرات الحضارة الرومانية، التى أتى منها النظام الحالى للشهور، وكذلك تحديد يوم أول يناير كبداية

للسنة. غير أن البابليين، قبل الرومان بزمن طويل، رسخوا الفكرة الأساسية لسنة تتكون من ٣٦٥ يومًا مقسمة إلى ١٢ شهرًا طول كل منها حوالى ٣٠ يومًا، وبنى واضعو التقويم الرومان تقويمهم على أسس رافدية ترسخت قبلهم بقرون.

جدسون نايت

لمزيد من القراءة

كتب

Moss, Carol. Science in Ancient Mesopotamia. New York: F. Watts, 1998.

Neugebauer, Otto. The Exact Sciences in Antiquity. New York: Dover Press, 1968.

مواقع على الإنترنت

"The Babylonian Calendar." http://ourworld.compuserve. com/homepages/khagen/Babylon.html (December 3, 2000).

"Calendars." http://www.freisian.com/calendar.htm (December 3, 2000).

Harper, David. A Brief History of the Calendar. http://www.obliquity.com/calendar (December 3, 2000).

الساعات الأولى

نظرة شاملة

كانت الساعات المائية والمزولة (الساعة الشمسية) أول مقاييس اصطناعية للوقت. فقد أتاحت للناس أن يتعرفوا على الوقت بطريقة تجريدية، بعيداً عن علاقته بالطبيعة، كما ساعدت على استهداف نظرة مشتركة للوقت سهلت التعاون الاجتماعي. ومع اجتماع أجهزة ضبط الوقت مع أجهزة أخرى، مثل تلك الخاصة بالفضاء والموازين، فإنها فى نهاية المطاف صارت أساساً للعلوم وأسهمت فى إيجاد سبل جديدة لفهم الطبيعة والسيطرة عليها.

الخلفية

لعل أول ساعة صُنِعت كانت عصا مثبتة فى الأرض يحدد ظلها تقدم الشمس عبر السماء. وتطبيقًا لهذا المبدأ كانت ساعات الظل، أو "جنومون" (gnomon) وهى كلمة يونانية بمعنى المؤشر، التى يعود تاريخها إلى حوالى ٣٥٠٠ ق.م. غير أنه سرعان ما تبين أن هذا القياس المبسط لم يعد كافيًا. ومع إنشاء البشر للمستوطنات ونمو مجتمعاتهم، بات تحديد قياس عام مشترك للوقت أمرًا ضروريًا للاحتفالات الدينية أو لبدء المهام وتنسيقها، مثل تحديد وقت احتياج الحيوانات للحلْب.

وكانت المزولة الشمسية، التى تحدد أرقامًا عددية لأوضاع الظل الذى تلقيه الشمس، إضافة تحسينية لقياس الوقت. ورغم أنها استُخدِمت لأول مرة لتحديد وقت

الظهيرة المحلى (وهى النقطة التى تصل فيها الشمس إلى أقصى ارتفاع لها أثناء النهار)، إلا أن المزاول الشمسية المبكرة كانت أفضل من ساعات الظل فى أنها قسمت النهار إلى اثنتى عشرة فترة متساوية الطول. غير أن عقرب المزولة ما زال يُطلق عليه "جنومون".

وتُنسب أول مزولة نصف كروية، وهو النوع المألوف لنا اليوم، إلى الفلكى الكلدانى بيروسوس حوالى ٣٠٠ ق.م. ولم تكن أكثر من فجوة على هيئة سلطانية محفورة فى مكعب من الحجر أو الخشب. وينتصب مؤشر فى مركز السلطانية، مكونًا ظلاً يتحرك فى أقواس متفاوتة الأطوال (لتعويض تغيرات الفصول) وهى أقواس محفورة فى السطح. وينقسم كل قوس إلى ١٢ ساعة. (كان يُطلق عليها ساعات مؤقتة لأنها تختلف فى طولها فى الصيف عن الشتاء). وفى ٣٠ ق.م. وصف المهندس الرومانى فيتروفيوس (Vitruvius) ثلاثة أنواع من المزاول كان استخدامها شائعًا. وكان أكثر أنواعها تعقيدًا يأخذ فى الاعتبار اختلاف أطوال الأيام طوال السنة، ويمكن تعديله وفقًا لطول ظل الظهيرة، الذى هو أقصر ما يكون فى الصيف وأطول ما يكون فى الخريف. وكان القرص المدرج يتم نقشه على مخروطات أو داخل أوعية على شكل سلطانيات لمنحها المزيد من الدقة.

ومن البديهى أن المزولة الشمسية تحتاج إلى أشعة الشمس، مما يجعلها عديمة الفائدة فى الحجرات الداخلية، أو فى الأيام الغائمة، أو ليلاً (رغم وجود جهاز يسمى "مِرْخِت" منذ زمن مبكر يبلغ ٦٠٠ ق.م. يقيس ساعات الليل بمتابعة النجوم). أما الساعات الرملية، التى تستخدم حركة الجاذبية المسيطر عليها، فكانت وسيلة أخرى لقياس الوقت. فالرمل المنساب من فتحة ضيقة هو وسيلة مبسطة وفعالة لقياس وحدات صغيرة ومحددة من الوقت. ويمكن استخدامها فى أى مكان وفى أى وقت، كما أن وحدات الزمن هذه لا تتأثر بتحركات الشمس المختلفة. وبالمثل، كانت الساعة المائية (أو "كليبسيدرا" clepsydra، وهى كلمة يونانية تعنى "لص الماء") تحدد الساعات على غرار الساعة الرملية. غير أن الناس لم يعتادوا استخدام الساعة الرملية أو الساعة

المائية، والتى كانت ساعاتها متساوية فى كل الفصول. وكانت قدرات الساعات المائية على محاكاة المزولة فى تنويع أطوال ساعات اليوم من التحسينات المحورية فى تطور الساعات المائية.

والآلية الأساسية للساعة المائية هى الإفراغ أو الملء المنتظم لوعاء مدرج بتنقيط منتظم للماء. وأقدم مثال لها عُثر عليه فى مقبرة أمنحوتب (١٣٥٢-١٣٣٦ ق.م). وثمة أمثلة أكثر تعقيداً تستخدم عوامات كمؤشرات، وممصات لإعادة الماء تلقائياً إلى الوعاء مصدر المياه، وأجراس تدق، وأذرع للساعات تدور، بل حتى تروس دقيقة (فى زمن مبكر يصل على الأقل إلى ٢٧٠ ق.م). ومنذ البداية، بالطبع، كانت الأجهزة تصدر أصواتاً مميزة للتنقيط تطور إلى التكتكة التى نجدها فى ساعاتنا.

التأثير

بظهور المزولة الشمسية والساعات المائية تعرفت الثقافة البشرية على أساسيات ضبط الوقت - وهى التوصل إلى وسائل منتظمة متكررة لتتبع هذه العملية، ووسيلة لإظهار نتائجها. وكان لذلك نتائج اجتماعية عميقة. ويسرت وسائل ضبط الوقت من التواصل بين الناس، وساعدت فى تحديد أوقات للاحتفالات الدينية والعمل وأنشطة المجتمع. كما يسرت الأمور للدوائر الحكومية، ففى أثينا صارت معياراً للعدالة بتحديد وقت محدد للمناقشات وأثناء نظر القضايا فى المحاكم. وحتى ظهور الساعة ذات البندول كانت المزولة الشمسية بوجه خاص تعنى الزمن نفسه، ولم توجد فى الأماكن العامة فحسب وإنما أيضاً فى المنازل والحمامات والمعابد بل حتى فى المقابر. وحتى زمن متأخر بلغ القرن السابع عشر، كان الناس لا يزالون يحملون المزولة المحمولة. ووهب الملك تشارلز الأول ملك بريطانيا العظمى مزولة الجيب الخاصة به لابنه عند إعدامه سنة ١٦٤٩.

وكان برج الرياح فى أجورا، وهو السوق الرئيسى فى أثينا، من بين أقوى مظاهر الأهمية الاجتماعية لأجهزة قياس الزمن. وقد بُنى البرج فى القرن الأول ق.م.، وثُبتت مزولة شمسية فى كل جانب من جوانب البرج المثمن الأضلاع. كما كان البرج يشير إلى اتجاه الرياح، ويوضح الفصل المناخى والتاريخ التنجيمى، كما كانت به ساعة مائية مفصلة مكونة من ٢٤ ساعة.

ومقابل كل تلك المزايا والكفاءة التى وفرتها المزولة الشمسية والساعات، كانت ثمة جوانب سيئة. ففى زمن مبكر بلغ القرن الثانى ق.م. أخذ بلوتوس (Plautus) الشاعر والكاتب المسرحى الرومانى يشكو من دكتاتورية الساعة فى قصيدة له. وطلب من الآلهة أن يلعنوا مخترع المزولة "ويلعنونه هو نفسه معه أيضًا، لأنه وضع مزولة فى هذا المكان لكى يمزق أيامه إربًا بصورة حقيرة". فكانت الساعات تفرض على بلوتوس الوقت الذى يأكل فيه، رغم أن معدته كانت دليلاً أفضل. وبعد ما يربو على ألفى عام، علق مارك توين (Mark Twain) على القواعد المصطنعة التى تفرضها الساعة قائلاً "الإنسان هو الحيوان الوحيد الذى يذهب إلى السرير دون أن يغالبه النعاس ويستيقظ رغم أنه يريد النوم".

وبجانب ضبط الوقت، كشفت المزولة الشمسية عن الطبيعة بطرق جديدة. فقد كان الناس يعرفون منذ أمد بعيد أن طول الأيام يتغير على مدار السنة. ومع ظهور المزولة أدركوا لأى مدى يحدث ذلك. وهذه المتغيرات فى طول الساعات وتغير زوايا سقوط أشعة الشمس طوال السنة أعطاهم دلائل عن الطبيعة الحقيقية للعالم، انتهت بهم فى نهاية الأمر إلى فهم أعمق للسماوات. كما حفزت المزولة على دراسة أدق للظواهر الطبيعية وأسهمت فى تطوير قياسات أكثر دقة. وأدى هذا بدوره إلى نشأة أسلوب كَمِّى وعلمى للمعرفة. وفى الحقيقة، انتهى الأمر بضبط الوقت مجتمعًا مع قياسات أخرى مثل قياسات الأحجام والكتلة، إلى نشأة أسس العلوم بالمفهوم الحديث. واستخدم جاليليو نفسه ساعة مائية بها زئبق لتحديد زمن حركة الأجسام الساقطة من

أعلى. وأخيراً نجد أن قياس الوقت جعل الملاحة والاستكشاف ممكنًا، مما وسع من معارفنا عن العالم.

واليـوم، تعطينا المزولة نظرة ألطف للوقت، وتكشف عن رابطة تربط البـشـر بالطبيعة. ونجدها فى المتنزهات العامة والميادين والحدائق، حيث تذكرنا بالماضى وتمنحنا إحساسًا جماليًا جميلاً بالنظام.

ولقد كانت الساعات المائية أول أجهزة ميكانيكية، وهى السلف للأتمتة (automation) أى ذاتية الحركة وتطبيقات استخدامات الطاقة. كما أتاحت للعلماء القدامى أن يفهموا تنظيم الطاقة وانتقالها واستخداماتها، وساعدت أيضًا فى ترسيخ المفاهيم الأساسية لوحدات معيارية وثابتة للزمن تسمح بتكرار التجريب واتساقه. ونتج عن فكرة قياس الزمن بطريقة ميكانيكية ظهور ساعات تحركها أوزان وزنبركات، أدت بدورها إلى ظهور أجهزة ميكانيكية وكهربية أكثر تقدمًا. وفى نهاية المطاف، بلغ الأمر إلى أن تلك النظرة الميكانيكية قد استفادت منها الفلسفة والأديان فى تبيان فكرة كونٍ أوتوماتيكى منتظم يعمل حسب "آلية الساعة".

وبمرور العصور اشتد استخدام أجهزة ضبط الوقت لتنظيم المجتمع وضبط تزامن أنشطة الأفراد. ومع ظهور السكك الحديدية باتت ساعات اليوم موحدة تمامًا. وأدت الحاجة إلى توحيد الوقت فى مساحات جغرافية كبيرة إلى أن حل التوقيت المناطقى محل التوقيتات المحلية. واليوم صار الزمن رقميًا. وأصبح يربط بين حاسوباتنا واقتصادياتنا على مستوى العالم، وصارت عبارة "٢٤-٧" هى صيحة التباهى فى كل دوت كوم.

بيتر ج. أندروز

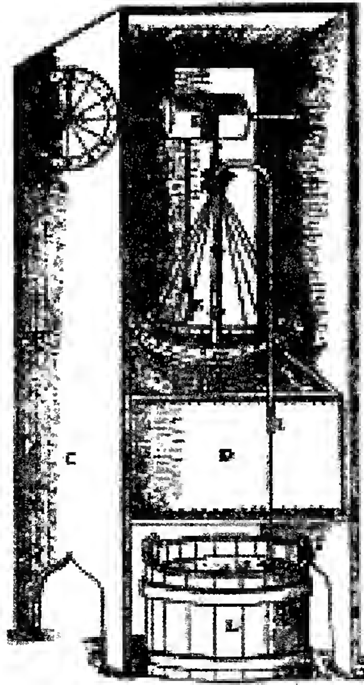
لمزيد من القراءة

Asimov, Isaac. Isaac Asimov's Biographical Encyclopedia of Science & Technology. New York: Doubleday and Co., 1976.

Barnett, Jo Ellen. Time's Pendulum: From Sundials to Atomic Clocks, the Fascinating History of Timekeeping and How Our Discoveries Changed the World. Chestnut Hill, Mass.: Harvest Books, 1999.

Landes, David S. Revolution in Time: Clocks and the Making of the Modern World. Cambridge, Mass.: Harvard Uni- versity Press, 2000.

Rhor, R.J., and Gabriel Godin. Sundials: History, Theory, and Practice. Mineola, NY: Dover Pubns, 1996.



رسم يبين ساعة مائية رومانية

عمالة العبيد

نظرة شاملة

على مدى غالبية التاريخ الإنسانى استخدمت المجتمعات الرقيق كنمط من أنماط العمالة. وكان الإغريق القدماء وقبائل السكان الأصليين فى أمريكا والإمبراطورية الرومانية وقدماء المصريين وألمانيا النازية بل حتى الدول الأوروبية فى عصر النهضة والتنوير، كانت كلها مجتمعات تملك عبيداً. وفى الحق، لم تصبح العبودية أمراً غير شرعى فى معظم أنحاء العالم إلا فى وقت شديد الحداثة فى التاريخ الإنسانى. والسؤال المطروح هو لماذا كانت العبودية منتشرة هذا الانتشار الكبير على مر التاريخ؟ وكيف أثر ذلك على المجتمعات التى استخدمت هؤلاء العبيد وامتلكتهم؟.

الخلفية

العبودية هى واحدة من أكثر السنن والأعراف الملعونة فى التاريخ الإنسانى. والعبيد هم من الممتلكات ولا يملكون حريتهم الشخصية، وكثيراً ما يُطلب منهم أداء أعمال وضيعة أو قاسمة للظهر دون مقابل سوى طعامهم ومأواهم. كانت العبودية مرتبطة بالبشرية طوال التاريخ المسجل، وربما أقدم من ذلك بكثير. وبصورة عامة، تقبلتها الأديان المسيحية والإسلامية واليهودية، وفى بعض المجتمعات كان أكثر من نصف السكان من العبيد.

كان الناس يتحولون إلى عبيد بطرق لا تعد ولا تحصى. وكانت أكثر الوسائل شيوعاً أن يكونوا من جنود العدو الذين أُسروا أو من مواطنى العدو. وكان ذلك أمراً

مناسبًا فى أذهان الجنود الغازين - فبتحويلهم جنودَ العدو إلى عبيد لا يمكن استخدامهم فى تشكيل جيش آخر، ويمكن استغلالهم فى العمل فى الحقول بدلاً من الذين قُتلوا فى الحروب. وإلى حد كبير، لم يكن من الممكن للجيوش الرومانية أن تتكون إلا فى وجود عمالة العبيد التى سمحت لملاك الأراضى من الرومان أن يقوموا بمهام حربية.

كما كان الناس يصبحون عبيداً أيضاً من خلال تجار الرقيق. ففى مجتمعات كثيرة، كان المواطنون المقبوض عليهم والجنود المأسورون يباعون لتجار النخاسة بدلاً من أن يجبرهم المنتصرون على العمل. وغَذَّت هذه الطريقة الجانب الأعظم من تجارة الرقيق الإفريقية، وكانت فى الحقيقة الوسيلة الرئيسية للعثور على عبيد للعمل فى العالم الجديد.

وأخيراً، كان البعض يبيعون أنفسهم أو أفراداً من عائلاتهم كعبيد لكى يسددوا ديونهم. فإذا كانت عائلة غارقة فى الديون مع انعدام الأمل فى سدادها، فقد كان فى إمكانهم أن يبيعوا أحد أطفالهم، أو الزوجة، بل حتى يبيعون أنفسهم فى سبيل سداد الديون. وفى بعض الأحوال، كان ذلك يمنح العبد مكانًا يؤويه ووجبات يقتات بها، ولو على حساب الحرية الشخصية.

وعادة ما كان العبيد يستخدمون فى الأعمال الشاقة والكريهة، أو فى الأعمال التى لا يمكن أداؤها بواسطة العمالة مدفوعة الأجر أو التطوعية. ولهذا فمما لا ريب فيه أن الأبنية الهائلة للإنكا والمايا كانت تُبنى بعمالة العبيد، وكذلك من البديهى أن الزراعة فى الجنوب الأمريكى وفى كل أرجاء منطقة الكاريبى قد قامت على أكتاف العبيد، الذين أتت غالبيتهم من إفريقيا.

التأثير

على الرغم من أن العبودية اقترنت أكثر ما يكون بالجنوب الأمريكى، إلا أنها كانت عُرفًا يكاد يكون عالميًا فى أغلب المجتمعات البشرية. ورغم أن العبيد كان يُنظر

إليهم عامةً بأنهم دون البشر، إلا أن العبيد فى العديد من المجتمعات كان لديهم اختيار الإعتاق، أى أن يصيروا أحراراً فى نهاية المطاف. كما تركت العبودية أثرها على المجتمعات من نواحٍ متعددة، ولم تكن تلك التأثيرات واحدة فى كل المجتمعات التى بها عبيد. وعلى وجه الخصوص، جعلت عمالة العبيد من منجزات قومية أمراً ممكناً لم يكن من الممكن تنفيذها بدون ذلك، مثل بناء المشاريع الكبيرة أو شن حروب على نطاق واسع. كما كانت العبودية أيضًا مصدراً للدخل فى بعض المجتمعات الفقيرة، وفى بعض الأحوال، كانت العبودية تعول طبقة كبيرة لا تعمل. وأخيراً، لم تكن العبودية إلا انعكاساً لقيم المجتمعات التى تملكها، لأن أى مجتمع يتغاضى عن العبودية اللاإرادية لأعداد كبيرة من البشر فإن الاحتمال ضئيل فى أنه يقيم وزنًا للحياة البشرية أو يمنح كل مواطنيه حقوقًا متساوية.

وقد جعلت العبودية من حروب روما أمراً ممكنًا، وكذلك الإنشاءات الهائلة لمجتمعات عديدة، كما سمحت بالحرية الفكرية التى اشتهرت بها عن حق بلاد اليونان القديمة. وكما أسلفنا، أسرت الجيوش الرومانية والإغريقية جنود الأعداء والمدنيين أثناء حروبهما المتكررة، وأُقسر هؤلاء الأسرى على العمل. وفى روما كانوا يزرعون الحقول مما سمح للمواطنين الرومان بأن يقوموا بأعمال أخرى، وبخاصة القتال فى الحروب التى وسعت أرجاء الإمبراطورية ودافعت عنها. وطوال قرون نمو روما وإمبرياليتها كانت عمالة العبيد عاملاً جوهريًا فى المعادلة التى جعلت روما تتسيد غالبية العالم المعروف. وإضافة إلى الدور الذى لعبته العبودية فى الزراعة، أسهمت أيضًا فى إنشاء الطرق الرومانية الشهيرة، والعديد من آثار روما ومبانيها الأثرية، وفى القيام بالعديد من المهام الأخرى فى الإمبراطورية. وفى الحق، تشير بعض الدلائل إلى أن روما لم تبدأ فى الترنح إلا بعد إعتاق العديد من عبيدها، رغم أنه من المشكوك فيه أن تحرير العبيد كان السبب الوحيد فى ذلك. وثمة دليل قوى على أن توسع الإمبراطورية أسهم فى ذلك لأنه تسبب فى تقلص تدفق العبيد مما نتج عنه تقليل العمالة الرخيصة.

ورغم أن بلاد اليونان اشتهرت بالهيمنة الفكرية أكثر من اشتهارها بالهيمنة السياسية، فإن الإغريق أيضًا بنوا إمبراطورية سياسية مهمة وخاضوا عددًا من الحروب ضد بلاد فارس وغيرها من المنافسين. وزودتهم تلك الحروب بالعبيد، الذين أُجبروا على العمل وأنجزوا كما ضخمًا من العمل اليدوى الضرورى لتعزيز مجتمعهم. وفى حين اتجهت طاقات روما تجاه التوسع، وضعت بلاد الإغريق همها الأكبر فى الفكر. وأتاحت لهم عمالة العبيد وقت الفراغ اللازم لتحقيق المنجزات الفكرية التى لا تصدق والتى لا تزال سببًا فى شهرة بلاد اليونان. ومثلما كان الحال فى الطرق الرومانية، ليس ثمة مجال للشك فى أن التراث الفكرى الإغريقى كان سيكون أقل روعة بدون المزايا غير المباشرة للعبودية.

كانت مجتمعات أخرى تستخدم عمالة العبيد فى استخدامات مماثلة. فاستغل الصينيون العبيد فى الزراعة والبناء، واستخدم العديد من القبائل الوطنية الأمريكية العبيد فى حرث الحقول وفلحها. واستخدمت القبائل الإفريقية العبيد محليًا كما باعتهم للتجار العرب، واستخدم الإنكا عمالة العبيد فى إنشاء الطرق وبناء المعابد، كما استخدمهم المايا أيضًا فى الزراعة والبناء والتضحيات البشرية.

وقد استخدمت مجتمعات عدة العبودية فى سبيل تحقيق مكاسب اقتصادية مباشرة. ولعل القبائل الإفريقية كانت أشهرها فى هذا المجال. فقد دأب العديد من القبائل الإفريقية لقرون على بيع العبيد للتجار العرب. وفى البداية كان العديد من هؤلاء العبيد يستخدمون فى بلاطات الإمبراطورية العربية، وكانت غالبية العبيد المباعين مأسورين فى حروب أو غارات مع قبائل مجاورة. غير أن ذلك التوجه تغير مع نمو الزراعة فى الجنوب الأمريكى وتزايد الطلب على عمالة العبيد للمساهمة فى ذلك النمو. ويضاف إلى ذلك أن استعمار منطقة الكاريبى وأمريكا اللاتينية واستغلالها تَطلّبا المزيد من عمالة العبيد، إلى حد أن العديد من تلك الجزر والأمم غالبية من يسكنها اليوم هم نسل العبيد السابقين. ونتج عن ذلك الطلب الهائل على العبيد ارتفاع أسعارهم، مما أدى بدوره إلى زيادة ضغوط تجار العبيد العرب على

القبائل لتزويدهم بالمزيد منهم. ويمرور الوقت، بدأت بعض القبائل تشن الحروب بهدف وحيد هو الحصول على عبيد، بل إن بعضهم كان يبيع أفراد عائلته الشخصية كعبيد. ويحلول الوقت الذى تم فيه تحريم تجارة العبيد كان العديد من القبائل الإفريقية قد قضت عليها تجارة العبيد، وتغيرت بذلك تركيبة القوة السياسية فى تلك الأجزاء من إفريقيا.

ومن اللافت للنظر أنه قبل أن تبدأ تجارة العبيد، كان العديد من القبائل الإفريقية لا تأخذ إلا النسوة والأطفال كعبيد، وتقتل الرجال الذين كانوا يشكلون تهديداً محتملاً. ويهذا فإن من المفارقات أن الطلب على العبيد الذكور فى العالم الجديد قد يكون قد أنقذ حياة العديد من الرجال الذين كانوا سيُقتلون لولا ذلك. غير أن ذلك لا يجب أن يؤخذ كذريعة لتبرير تجارة العبيد على أى حال من الأحوال. ويجدر بنا أيضًا أن نلاحظ أن الأفارقة لم يكونوا المجتمعات الوحيدة التى كانت تبيع العبيد؛ فهم لا يزيدون عن أن يكونوا أحدثها وأشهرها. وبالمثل، لم تكن المستعمرات الأمريكية فى الجنوب الأمريكى المجتمع الوحيد الذى يشترى العبيد؛ بل مجرد أحسنها توثيقًا. وهذان الوضعان هما ببساطة أحدثها فى سلسلة طويلة من المجتمعات المبنية على العبودية.

وكان للعبودية تأثيرات على المجتمعات أكبر من مجرد توفير عمالة والحصول على عائد مادى. فقد عكست العبودية قِيَم المجتمع، واختلفت طبيعة العبودية بين المجتمعات. ورغم أن العبودية لم تكن نعمة مطلقًا، إلا أنها فى بعض المجتمعات كانت أقل شروراً من مجتمعات أخرى.

ففى الصين القديمة، على سبيل المثال، لم يكن أمراً غير مألوف أن الناس تبيع أنفسها أو أفراداً من عائلاتها كعبيد إذا كانت الديون قد أغرقتهم. وفى هذه الحالة، يبدو أن العبيد كان يُنظر إليهم نظرة أقل ازدراءً من تلك المجتمعات التى كان العبيد فيها يُؤسرون أو يُبتاعون من الخارج. ويضاف إلى ذلك أن العبيد الصينيين كان بمقدورهم أن يشتروا حريتهم من خلال العمل، وكثيراً ما كانوا يفعلون ذلك، وعاود

كثير من العبيد الدخول فى "التيار العام" للمجتمع. وبالمثل، كان باستطاعة الكثير من العبيد الرومان والإغريق شراء حرياتهم ويبدو أنهم قد أعيد إدماجهم فى المجتمع مع قليل من التمييز ضدهم.

وفى الحقيقة، فإن التعصب ضد العبيد كان على درجة من الأهمية فى المجتمعات التى كانت تستعبد أفراداً من أجناس أخرى. فالأوروبيون الذين استعبدهم أوروبيون آخرون، والعبيد الأفارقة فى إفريقيا، والعبيد الآسيويون فى الشرق، كلهم كان لديهم قدر كبير من حرية الانتقال من أوضاع العبيد إلى الحرية. ولكن العبيد الأفارقة الذين كانوا محتجزين فى البلاطات العربية والعبيد الأفارقة فى المستعمرات الأمريكية كانوا عرضة لدرجة أكبر بكثير من التعصب ولمحاولات أكثر لحرمانهم من حقوقهم بعد أن ينالوا حريتهم. وقد يكون من أسباب ذلك أن العبيد من أجناس أخرى من الجلى الواضح أنهم مختلفون. فمثلاً، قد يتعاطف مالك عبيد صينى مع عبيده لأنه قد يتصور نفسه فى موضعهم. وعندما يكون الوجه الذى تشاهده مشابهاً لوجهك أو لوجه فرد من أفراد عائلتك، فلعل النزعة الاستبدادية تكون أقل حدة. وعلى النقيض من ذلك، لا يستطيع مالك عبيد من الجنوب الأمريكى أن يرى نفسه فى وجه عبد إفريقى. ولعل ذلك مما سهَّل إنكار إنسانية العبد ومساواته، ومن المؤكد أن ذلك قد سهَّل التفرقة ضد العبيد السابقين الذين كانوا قد فروا أو أُعتِقوا من العبودية.

ورغم ذلك، فإن التغاضى عن العبودية والاعتماد عليها فى بناء المجتمع يعكس قيماً مجتمعية بعينها تكاد تبدو اليوم، للغالبية العظمى منا، غير مفهومة. ومن الصعب على الكثير منا أن يستوعب كيف يضع أى مجتمع قيمة بهذه الضآلة للجنس البشرى تسمح له أن يتملك إخواناً له من الكائنات البشرية. ويعكس هذا القصور فى الفهم تطبيقاً للقيم الحديثة على المجتمعات القديمة. ولقد كانت الحياة، إلى حد ما، أقل قيمة آنذاك. وجاء فى أقوال أحد الفلاسفة، أن الحياة "كريهة ووحشية وقصيرة"، وكان يُنظَر إلى العبودية ببساطة بأنها جانب بغيض لحياة بغيضة. وفى بعض الأحيان أيضاً، كانت العبودية تعتبر حياة أفضل من حياة الفقر والمجاعة والأمراض. وكان العبيد لا

يملكون حريتهم ويعاملون بفظاظة، لكنهم على الأقل كانوا أحياء ويُطعَمون ويُسْكَنُون فى مساكن. ولا يمكن لذلك أن يغفر للعبودية، لكنه يساعد على تبرير لِمَ لم تكن العبودية، فى العالم القديم، يُنظر إليها بنفس درجة الاشمئزاز التى ننظر بها إليها اليوم؟! ولعل قيم المجتمعات التى كانت تتملك عبيدًا يمكن أن يُنظر إليها من ذلك المنظور.

وأخيرًا، لا بد من إدراك أن اقتصاديات العبودية فى الأزمنة الحديثة ليست اقتصاديات مجزية. وثمة آراء تجادل بأنه، حتى بدون الحرب الأهلية، فإن الولايات الأمريكية التى كانت تمارس العبودية كانت ستُجبَر على التوقف عن ممارستها بسبب انعدام كفاءتها الاقتصادية. وثمة بعض الدلائل التى تشير إلى أن الاعتماد على عمالة العبيد أسهم فى عدم رغبة الجنوب فى الاستثمار فى الميكنة الزراعية، مما نتج عنه انعدام الكفاءة الصناعية والاقتصادية التى أدت إلى هزيمة الجنوب فى الحرب الأهلية الأمريكية. كما أن هناك أدلة ملحة على أنه بالرغم من الاختلاف فى التكاليف المباشرة إلا أن العبودية بطبيعتها أقل كفاءة عن العمال الأحرار مدفوعى الأجر، الذين يعملون بمحض إرادتهم. ورغم ذلك، فإن إسقاط تلك التوجهات على الماضى البعيد، عندما كانت التقنيات والمجتمعات والاقتصاديات مختلفة تمام الاختلاف، قد لا يكون أمرًا ذا فائدة خاصة.

ب. أندرو كرم

لمزيد من القراءة

Rodriguez, Junius P. Chronology of World Slavery. Santa Barbara, CA: ABC-CLIO, 1999



شكلت عمالة العبيد الجانب الأعظم من قوة المجتمع المصرى

أرشميدس والآلات البسيطة التى حركت العالم

نظرة شاملة

قيل إن أرشميدس قال "أعطنى مكانًا أقف عليه وسوف أحرك العالم". وفى هذا الاقتباس الذى ربما يكون ملفقًا، كان الرياضياتى والعالم والمخترع الإغريقى يناقش مبدأ الروافع ونقطة الارتكاز، غير أنه ربما كان يصف تاريخه المهنى بأكمله. فبالإضافة إلى دراساته فى الرياضيات والطفو أسهم أرشميدس بإضافات إلى المعارف المتعلقة بثلاث على الأقل من الآلات البسيطة الخمس - وهى الرافعة الآلية (الونش) والبكرة والرافعة اليدوية (العتلة) والوتد واللولب - التى كانت معروفة فى الأزمنة القديمة. وأضافت دراساته معارف كبيرة تتعلق بكيفية عملها، وتطبيقاتها العملية التى لا تزال أساسية إلى اليوم؛ وبهذا أُطلق عليه عن حق "أبو العلوم التجريبية".

الخلفية

وُلد أرشميدس (٢٨٧؟- ٢١٢ ق.م.) فى المدينة اليونانية سيراكيوز فى صقلية، وكان يمت بصلة قرابة إلى ملك تلك المدينة هيرون الثانى (٣٠٨؟-٢١٦ ق.م.). وكان أرشميدس ابنًا لفلكى يدعى فيدياس، ورحل إلى الإسكندرية حوالى ٢٥٠ ق.م. ليدرس على يد كونون (Conon) وغيره من الرياضياتيين الذين كانوا من تلاميذ إقليدس (٣٣٠؟-٢٦٠؟ ق.م.). وعاد فيما بعد إلى مسقط رأسه حيث عاش بقية حياته.

ورغم أن أرشميدس قد أسهم إسهامات كبيرة فى فهم الروافع واللوالب والبكر، فإنه لم يخترع أيًا من هذه الأجهزة. وربما كانت الرافعة أقدم هذه الأجهزة الثلاثة، فقد كانت تُستخدم بصورة من الصور قبل قرون من كتاباته عنها. والاسم الأكثر مناسبة لهذه الآلة البسيطة هو "الرافعة ونقطة الارتكاز"، لأن الرافعة تعتمد على نقطة الارتكاز كمحور لها. وأبسط مثال لهذه الآلة أثناء عملها هو استخدام العتلة (رافعة) متوازنة على قطعة من الخشب (نقطة الارتكاز)، التى تمنح الشخص الذى يقوم بتشغيلها قدرة كبيرة على الرفع.

وقد ظهرت الروافع اليدوية فى زمن مبكر يصل إلى ٥٠٠٠ ق.م. على صورة ميزان بسيط، وخلال بضعة آلاف سنة صار العمال فى الشرق الأدنى والهند يستخدمون روافع على شكل رافعة الونش تسمى "الشادوف" ليرفعوا بها أوعية محملة بالمياه. ويتجلى إسهام أرشميدس فى تفسيره لخواص الروافع، وفى توسيعه لنطاق استخدامات الآلة. وبالمثل، استخدم فكرة اللولب لتحسين الشادوف وغيره من آلات الضخ البدائية.

ويتكون الشادوف، الذى استُخدِم لأول مرة فى بلاد الرافدين حوالى ٣٠٠٠ ق.م.، من رافعة خشبية طويلة ترتكز بين عمودين قائمين. وفى أحد طرفى الرافعة هناك ثقل موازن، ومثبت فى الطرف الآخر عمود مثبت به دلو. ويدفع مُشغِّل الآلة بهذا العمود ليملأ الدلو بالماء، ثم يستغل الثقل الموازن كى يساعده فى رفع الدلو. وبحلول حوالى ٥٠٠ ق.م. ظهرت أجهزة أخرى لرفع المياه، مثل عجلة المياه [الساقية] وصارت قيد الاستخدام.

وثمة جهاز آخر لرفع المياه هو الدلو ذو السلسلة الذى يستخدم بكرة، ويعتقد أنه كان وسيلة رى حدائق بابل المعلقة. ومن جانبه، طبق أرشميدس فكرة اللولب على المضخة، كما رفع كثيرًا من كفاءة البكرة فى الرفع. وكانت البكرة أيضًا قديمة فى نشأتها: فرغم أن أول رافعة ونش يعود تاريخها إلى حوالى ١٠٠٠ ق.م.، إلا أن

الشواهد من الرسوم تشير إلى أن البكرة ربما كانت مستخدمة منذ زمن جد مبكر يعود إلى الألفية التاسعة ق.م.

التأثير

ونعود الآن إلى موضوع الرافعة، وجدير بالذكر أن أرشميدس كان فى المقام الأول رياضياتيًا وفيزيائيًا، وفى المقام الثانى مخترعًا. ولم يكن ذلك هو دوره فى التاريخ فحسب، بل كان ذلك هو رؤيته لنفسه: فعلى شاكلة كل كبار مفكرى اليونان والرومان، كان ينظر إلى دور العالِم العملى بوصفه مساويًا لدور الحِرفى - ولما كانت الغالبية العظمى من الحِرفيين من العبيد، فقد كان يعتبر العلم التطبيقى أدنى مكانةً من العلم البحت. وهو أمر من البديهى أنه مثير للسخرية إذا ما رأينا إسهاماته الكبيرة فى العلم التطبيقى، غير أنه من الضرورى أيضًا أن نفهم دراساته عن الرافعة والآلات الأخرى. ففى كل حالة من هذه الحالات نبعت إسهاماته العملية من تفسيراته النظرية.

وفيما يتعلق بالرافعة، شرح أرشميدس النِسَب الكامنة للقوة والحمولة والمسافة من نقطة الارتكاز، وقدم قانونًا يحكم استخدام الروافع. وفى الصيغة التى وضعها أرشميدس كان ذراع الجهد مساويًا للمسافة من نقطة الارتكاز إلى نقطة الجهد المبذول، وكان ذراع الحمولة مساويًا للمسافة بين نقطة الارتكاز ومركز وزن الحمولة. وبهذا كان الجهد مضروبًا فى طول ذراع الجهد يساوى وزن الحمولة مضروبًا فى طول ذراع الحمولة - مما يعنى أنه كلما بعدت نهاية طرف الجهد، يحتاج الأمر إلى قوة أقل لرفع الحمولة. وببساطة، إذا كان المرء يحاول رفع صخرة بالغة الثقل، فإن من الأحسن له أن يستخدم عتلة أطول، وأن يجعل نقطة الارتكاز أقرب ما يكون إلى الصخرة أو الحمولة.

وبعد أرشميدس بثلاثة قرون، جاء هيرو السكندرى (Hero of Alexandria) (القرن الأول م) ووسع من نطاق قوانين أرشميدس الخاصة بالروافع. ثم حدث فى ١٧٤٣ أن جون ويات (John Wyatt) (١٧٠٠-١٧٦٦) أدخل فكرة الرافعة المركبة، وفيها تعمل رافعتان أو أكثر سويًا لمزيد من تقليل الجهد - وهو مبدأ نشاهده فى عمل قصافة الأظافر. كما طبق الفيزيائيون أيضًا قوانين أرشميدس لعمل الروافع فى أحوال تستقر فيها نقطة الارتكاز بعد الحمولة (كما هو الحال فى عربة اليد التى تعمل فيها العجلة كنقطة ارتكاز)، أو تكون نقطة الارتكاز فيها بعد الجهد (كما هو الحال فى الكماشة حيث يعمل مفصلها كنقطة ارتكاز).

أما فيما يتعلق باللولب، فقد وضع أرشميدس فى هذه الحالة سندًا نظريًا هو معادلة رياضياتية للولب البسيط، وحَوَّلها إلى لولب أرشميدس ذى الفاعلية العملية القصوى، وهو جهاز لرفع المياه. ويتكون الاختراع من أنبوب معدنى على صورة نازع السدادات الفلينية يمتص الماء إلى أعلى أثناء دورانه. وكان ذا فائدة خاصة فى رفع المياه من صهريج المياه فى السفن، ولكنه اليوم فى بلدان كثيرة لا يزال مستخدمًا كمضخة بسيطة لرفع المياه الجوفية من باطن الأرض.

ويعتقد بعض المؤرخين أن أرشميدس لم يخترع المضخة من نوع اللولب ولكنه شاهد مثالاً لها فى مصر (الطنبور). وعلى أية حال، فقد طور من الجهاز نموذجًا عمليًا، سرعان ما استُخدمت تطبيقاته فى كافة أنحاء العالم القديم. واكتشف الأثريون معصرة للزيتون تعمل باللولب فى أطلال مدينة بومبى التى دمرها ثوران بركان فيزوف فى ٧٩ م، وتناول هيرو فيما بعد استخدام الآلات المبنية على اللولب فى كتابه "ميكانيكا" (Mechanica). ومما لا ريب فيه أن اللولب جهاز شائع الاستعمال فى الأزمنة الحديثة، ورغم أن اختراعه لا يمكن أن يُنسَب إلى أرشميدس، إلا أنه من المؤكد أنه أسهم فى توسيع نطاق استخداماته. ولهذا، عندما حدث سنة ١٨٣٨ أن مهندسًا سويديًا-أمريكيًا هو جون إريكسون (John Ericsson) (١٨٠٣-١٨٩٩) ابتكر محركًا للسفن يعمل بفكرة اللولب فإنه وضعه فى مركب صغير أطلق عليها اسم "أرشميدس".

وقد حدث أيضًا، فى حالة البكرة، أن أرشميدس أدخل تحسينات على نمط راسخ من التكنولوجيا بتقديمه لتفاسير نظرية له. فقد برهن على أن البكرة، وتُعرَّف بأنها أى عجلة يستند إليها حبل أو أى صورة من صور الحبال الغليظة (الكابلات) لنقل الحركة والطاقة، تعمل وفقًا لنفس مبادئ الرافعة تقريبًا - أى أن البكرة تمنح من يُشَغِّلَهَا ميزة ميكانيكية بالإقلال من الجهد المطلوب لتحريك شيء ما.

ولا تمنح البكرة المنفردة إلا القليل من المزايا الميكانيكية، ولكن حدث حوالى ٤٠٠ ق.م. أن الإغريق بدأوا يستخدمون بكرًا مركبًا، أى تلك التى تحتوى على عدة بكرات. ومرة أخرى، أدخل أرشميدس تحسينات على التقنية الموجودة ووصل بها إلى حد الكمال، بابتكاره أول نظام مكون من بكرات وحبال وروافع آلية. وتقول إحدى الروايات أنه أثبت فعاليته بتحريك سفينة محملة بكامل حمولتها بيد واحدة بينما هو جالس من بعيد. وفى أخريات الحقبة الحديثة وجد نظام البكرات المركبة تطبيقات له فى أجهزة الحياة اليومية مثل المصاعد والسلالم المتحركة.

وقد نتج عن دراسات أرشميدس لميكانيكية السوائل نشأة أشهر قصة حُكِيت عنه. فيقال إنه بينما كان يحاول أن يزن الذهب فى تاج الملك، اكتشف مبدأ الطفو: وهو أنه عند وضع جسم فى الماء فإنه يفقد وزنًا يساوى بالضبط وزن الماء الذى أزاحه الجسم. ويُفترض أنه توصل إلى اكتشافه هذا أثناء وجوده فى الحمام، فاشتد انفعاله حتى أنه جرى عاريًا فى طرقات سيراكيوز وهو يصيح "يوريكا" (Eureka) (وجدتها). وأيضًا قد تكون القصة نفسها ملفقة، ولكن تطبيقاتها واقعية تمامًا: فبفضل مبدأ أرشميدس أدرك بناة السفن أن عليهم أن يبنوا سفنهم بأحجام تسمح لها بأن تزيح مقدارًا من الماء لموازنة وزنها.

وفى عالم الرياضيات، توصل أرشميدس إلى أول نتيجة موثوق بها للقيمة التقريبية "ط" (π) ، وفى دراساته عن الأسطح المنحنية استخدم طريقة تشابه التفاضل والتكامل التى لم تُستحدث إلا بعد ما يقارب ألفى عام بواسطة إسحق نيوتن (Isaac Newton) (١٦٤٢-١٧٢٧) وجوتفريد فيلهلم ليبنيتز (Gottfried Wilhelm

(Leibniz ١٦٤٦-١٧١٦)، وكفلكي، صنع أرشميدس نموذجًا مذهلاً في دقته وذاتي الحركة للشمس والقمر والأبراج، بل ترى فيها أيضًا الخسوف والكسوف في تتابع زمني. وكان النموذج يعمل بنظام اللوالب والبكر لتحريك الكواكب بسرعات متباينة وفي مسارات مختلفة. وإضافة لذلك، أجرى أرشميدس دراسات مهمة عن الجاذبية والتوازن انبثقت من دراساته عن الروافع.

وفي أثناء الحرب البونية الثانية (٢١٨-٢٠١ ق.م.)، عمل أرشميدس مهندسًا حربيًا لسيراكيوز في كفاحها ضد الرومان، وابتكر أو أدخل تحسينات على جهاز قُدِّر له أن يبقى من أهم أشكال عدة القتال لما يقرب من ألفي عام ألا وهو المنجنيق. كما يقال إنه ابتكر سلسلة من العدسات تستغل أشعة الشمس في إشعال النيران في السفن من مسافات بعيدة. ولكن جهود أرشميدس الحربية لم يُكتب لها النجاح الكامل، فقد قتله جندي روماني، ولا ريب في أن ذلك كان عقابًا لسيراكيوز، عندما استولت عليها روما.

ويبقى أرشميدس واحدًا من القمم الشامخة في كلٍّ من العلم البحت والعلم التطبيقي. فقد ابتكر الخطوات الثلاث للتجربة والخطأ التي أصبحت أساس البحث العلمي في القرون التالية: فأولاً: أن القواعد تستمر في العمل حتى مع تغيرات كبيرة في حجم التطبيق؛ وثانيًا: أن ألعاب الأطفال الميكانيكية والتجارب المعملية قد تفرز تطبيقات عملية؛ وثالثًا: أنه من الواجب تطبيق مبدأ المنطق العقلاني خطوة بخطوة في سبيل حل المشاكل الميكانيكية وتصميم الأجهزة. وبهذا فقد خلق الآليات التي غيرت وجه العالم، ولا تزال تأثيراته قوية حتى اليوم.

جدسون نايت

لمزيد من القراءة

Bendick, Jeanne. Archimedes and the Door of Science. Warsaw, ND: Bethlehem Books, 1995.

Lafferty, Peter. Archimedes. New York: Bookwright, 1991. Stein, Sherman K. Archimedes: What Did He Do Besides.

Cry Eureka? Washington, DC: Mathematical Association of America, 1999.



لولب أرشميدس (الطنبور) يرفع المياه من مستوى إلى مستوى آخر

الصينيون يخترعون البوصلة المغنطيسية

نظرة شاملة

فى وقت ما قبل القرن الرابع ق.م. لاحظ الصينيون أن معادن معينة، إن تم تحضيرها بعناية، تشير دائمًا إلى الجنوب. كان المعدن هو الماجنيتيت، واسمه الشائع هو حجر المغنطيس، وتم تجهيزه فيما أطلق عليه الصينيون اسم "مؤشر الجنوب". ولعدة قرون، استخدمت تلك الحجارة فى المقام الأول فى أغراض روحانية خفية. وبحلول القرن الحادى عشر الميلادى كان الصينيون قد حولوا مؤشر الجنوب هذا إلى بوصلة مغنطيسية، وبعدها بقرن انتشر هذا الجهاز إلى كل من أوروبا والعالم الإسلامى. وانتهى الحال بالبوصلة المغنطيسية إلى أهم استخدام لها وهو هداية الملاحة البحرية فى أخريات العصور الوسطى.

الخلفية

للأرض مجال مغنطيسى كوكبى، وهى حقيقة معروفة لكل فتيان الكشافة والمخيمين والبحارة. وعلى غرار غالبية الكواكب، نجد أن المجال المغنطيسى الأرضى يحاذى تقريبًا محور دوران الكوكب مما ينتج عنه أن الشمال المغنطيسى يشير إلى النجم القطبى، فوق القطب الشمالى فى السماء.

ووفقًا لمبادئ فيزياء المجالات المغنطيسية، فإن أى أشياء ممغنطة تنجذب لبعضها البعض. وأى شىء ممغنط به ما يسمى خاصية التقاطب؛ بمعنى أن له قطبًا مغنطيسيًا

شماليًا وقطبًا مغنطيسيًا جنوبيًا وتسرى خطوط قوى المجال المغنطيسى فى الفراغ بين القطبين. والأقطاب المتضادة تنجذب لبعضها، بحيث إن قطبًا مغنطيسيًا جنوبيًا ينجذب إلى قطب مغنطيسى شمالى والعكس صحيح. ويشاهد ذلك كل من يلعب بالمغنطيسات عندما يلاحظون أن المغنطيسات فى وضع معين تلتصق ببعضها، بينما تتنافر من بعضها فى وضع آخر.

ولا تختلف البوصلات عن ذلك. وأبسط بوصلة هى مجرد مغنطيس معلق أو يسبح بحرية بحيث يستطيع أن يحاذى نفسه مع مجال الأرض المغنطيسى. ويسعى القطب الجنوبى للبوصلة لأن يتصل بالقطب المغنطيسى الشمالى للأرض، وبهذا فسوف يتجه إلى الشمال إن أتيح له ذلك، بينما يتجه القطب الشمالى للبوصلة إلى الجنوب. ولهذا، إذا استخدمنا مغنطيسًا على شكل إبرة فإنها سوف تحاذى نفسها مع المجال المغنطيسى للأرض وسوف تشير إلى الشمال والجنوب.

وفى وقت ما قبل القرن الرابع ق.م. لاحظ شخص صينى مجهول الهوية أن معدن الماجنتيت ممغنط طبيعيًا. وليس فى المستطاع معرفة كيف لوحظت تلك الخاصية، لكننا يمكننا أن نخمن أن الماجنتيت انجذب تلقائيًا إلى قطعة ماجنتيت أخرى أو إلى أداة معدنية. وعلى أية حال، هذه الخاصية هى واحدة من الخصائص المحددة للماجنتيت، والقطع الكبيرة من الماجنتيت النقى تتسم بقوة مغنطيسيتها. وبعد ذلك بفترة زمنية (وأيضًا ليس معروفًا متى)، لوحظ أن قطع الماجنتيت تحاذى نفسها تلقائيًا كى تشير إلى الشمال والجنوب وأن الأدوات المصنوعة من الماجنتيت (مثل الإبر) تفعل نفس الشىء أيضًا. وتطلب الأمر ظروفًا خاصة؛ فالمغنطيس لابد أن يكون معلقًا بخيط حريرى أو طافيًا على سطح الماء على قطعة من الورق المقوى. وفى بعض الأحوال كان يتم طرق الماجنتيت حتى يصير مفلطحًا فيطفو بنفسه على الماء، ويبقى طافيًا بخاصية التوتر السطحى. ومما لا شك فيه أنه بحلول القرن الرابع ق.م. كانت تلك الظاهرة قد أصبحت معروفة للكافة بحيث صارت من المسلمات فى المتون الصينية التى بقيت من تلك الأزمنة.

وفى بادئ الأمر، شكَّل الصينيون الماجنتيت فى أشكال يمكن معها استخدامها كى تشير إلى الجنوب (وكان مفضلاً عند الصينيين). وشملت تلك الأشكال إبرًا وأسماكًا وسلاحف بل حتى ملاعق. وفى الحقيقة، كان من بين أكثر الأشكال شيوعًا المغرفة الكبيرة، التى كانت "نجومها المؤشرة" تشير أيضًا إلى الشمال. وبعد ذلك بفترة، اكتشف الصينيون أيضًا أن الماجنتيت يمكن استخدامه لمغنطة الصُّلب وأن الإبر المصنوعة من الصلب يمكن أيضًا استخدامها فى البوصلة.

التأثير

استُخدِمت البوصلة لما يربو على ألف عام فى المساعدة على محاذاة المنازل وغيرها من الأبنية وفقًا للأفكار الصينية لجلب الحظ والطاقة الإيجابية. وكان الظن بأن وضع الأبنية فى اتجاهات محددة يسمح للطاقة بأن تسرى بسهولة فى المنازل فتجلب حسن الحظ لمن يعيشون ويعملون داخلها. ولعلهم كانوا يظنون أن القوى التى تتحكم فى اتجاهات البوصلة إلى الشمال والجنوب هى ذات القوى التى يحاول البناؤون أن يستغلوها، ولكن ذلك مجرد تخمين. غير أنه من المؤكد أن أول استخدامات للبوصلة المغنطيسية كان فى الضرب بالرمل للتكهن بالمستقبل.

كانت تلك الأجهزة المبكرة مشكَّلة على شكل ملاعق، مصنوعة من الماجنتيت النقى ومقبضها هو القطب المغنطيسى الشمالى للمعدن. وعندما توضع على طبق برونزى كبير، تدور الملعقة ببطء حتى يشير مقبضها إلى الجنوب مباشرة، مما يتيح للبنائين بناء المبانى الجديدة فى الاتجاهات الصحيحة.

وبمرور الزمن، نمت إلى أسماع الجيش الصينى أنباء هذا الجهاز وأدركوا أنه يمكن استخدامه أيضًا لمساعدة الجنود على تحديد مواقعهم فى الأيام الغائمة. وفى الحقيقة، لم يكن هذا الاستخدام لحجر المغنطيس جديدًا. وأول ذكر مؤكد للبوصلة فى الأدب العالمى كان فى القرن الرابع ق.م.، ربما كتبه الفيلسوف سو تشين وذكر

"عندما يذهب أهالى تشنج لجمع حجر اليشم فإنهم يحملون معهم مؤشراً للجنوب فلا يضلون طريقهم". غير أنه يبدو أن هذا الاستخدام قد فات على العسكريين حتى مرت عليه سبعة قرون. وجاءت أول إشارة إلى هذا الاستخدام فى كتاب كتبه سنة ١٠٤٤ م تسنج كونج-ليانج، ولكن الأمر ذُكر بألفة بحيث يكاد يكون من المؤكد أنه كان تقنية معروفة تمام المعرفة ويعود تاريخها إلى زمن أقدم بكثير. وبالمثل، جاء ذكر أول استخدام للبوصلة فى الملاحة البحرية فى كتاب كُتب فى القرن العاشر الميلادى، ولكن مرة أخرى، ذُكر كحقيقة شائعة وليس كبدعة جديدة. ويدل ذلك أيضًا على استخدامٍ يرجع تاريخه إلى سنوات عديدة ولم يكن ابتكاراً حديثًا.

وفى كل تلك الاستخدامات، لم تكن البوصلة شيئًا ثوريًا، وإنما كانت تحسينًا هائلاً فى آلات موجودة بالفعل. ولم يكن تأثيرها أنها جعلت الملاحة أمراً ممكنًا أو حتى أمرًا موثوقًا به، وإنما جعلتها يمكن الاعتماد عليها تحت كافة الظروف. ولم تعد السفن تهيم على غير هدى فى الأيام الغائمة تبحث عن اتجاه رحلتها، وعوضًا عن ذلك كان القبطان ببساطة يجعل إبرة ممغنطة تطفو لكى يحدد طريق رحلته. ومما هو جدير بالذكر أن السفن، فى تلك الأزمنة، كانت نادراً ما تبتعد داخل البحر بحيث تغيب اليابسة عن مرمى البصر، ولهذا فإن الملاحة كانت فى غالبيتها مجرد تطلعٍ لمشاهدة معالم ساحلية مألوفة. ولهذا كانت البوصلة أقرب إلى عامل مساعد للملاحة عن كونها جهازًا ثوريًا. ولم يحدث إلا بعد أن بدأ الإبحار فى المحيط المفتوح فى القرن الخامس عشر أن بدأت البوصلة المغنطيسية تنال حقها من الاهتمام. فقد كانت السفن بصورة روتينية تبحر لأيام أو أسابيع ولا ترى اليابسة، فصارت البوصلة لا يمكن الاستغناء عنها، وفى الحقيقة، لم تكن مثل تلك الرحلات لتصبح روتينية بدونها.

وكان لتزايد استخدام البوصلة تأثيرات لعلها كانت أوسع انتشاراً وأقل وضوحًا من استخداماتها فى ضرب الرمل والملاحة. ففى سعيهم لصنع بوصلات أفضل وأكثر وثوقًا، شرع الصينيون فى التجريب فى عدد من الاتجاهات. وجعلهم ذلك يتوصلون

إلى تقنيات أفضل لصنع الصلب، وكذلك نجاحهم فى توصلهم إلى ملاحظات مهمة فى فيزياء المواد الممغنطة جعلت منهم متقدمين ببضعة قرون على بقية العالم.

وفيما يختص بالمواد الممغنطة على وجه الخصوص، لاحظ الصينيون أن الحديد يمكن مغنطته بمسحه بحجر المغنطيس فى اتجاه واحد. ولكن المغنطيسية التى تتكون بهذه الطريقة تذوى سريعًا مع الوقت وتحتاج لتجديدها. غير أن الصلب يبقى ممغنطًا لمدة أطول، وشرع الصينيون فى تجربة "وصفات" مختلفة للتوصل إلى صلب يحتفظ بالمغنطيسية لأطول فترة ممكنة. وكان ما توصلوا إليه هو أن الصلب الأكثر نقاءً والمحتوى على نسبة أعلى من الكربون تنتج منه أفضل البوصلات، وهو بالمناسبة أكثر صلابة وأطول عمرًا من الصلب ذى المحتوى المنخفض من الكربون.

وفى تجارب أخرى، لاحظ الصينيون أيضًا أن الصلب إذا تم تسخينه لدرجة الاحمرار يفقد مغنطيسيته المكتسبة. واليوم، تُعرف درجة الحرارة هذه وأهميتها باسم "نقطة كيورى"، تكريمًا لبيير كيورى (Pierre Curie) (١٨٥٩-١٩٠٦) الذى قدم تفسيرًا لهذه الظاهرة منذ ما لا يزيد على قرن. وجدير بالذكر أن الصينيين اكتفوا بملاحظة الظاهرة ولم يفهموها. غير أنهم لاحظوها بالفعل، واستغلوا ملاحظتهم تلك كثيرًا.

وفى نفس الوقت، لاحظ الصينيون أن الصلب يصبح ممغنطًا بصورة تلقائية إذا ما تم تبريده لما تحت نقطة كيورى. وسرعان ما أتبعوا ذلك بملاحظتهم أن الإبرة الفولاذية يمكن وضعها بحذاء الشمال-الجنوب أثناء تبريدها، وبذلك تتحول إلى إبرة ممغنطة دائمة التمغنط، ويمكن استخدامها كبوصلة. وما يحدث هو أن الإبرة أثناء تبريدها ووصولها إلى نقطة كيورى تلتقط المجال المغنطيسى للأرض و"تثبته". ويصبح ذلك هو المجال المغنطيسى للإبرة، ويسمح باستخدامها كبوصلة فيما بعد. ولابد لنا من التنويه مرة أخرى بأن الصينيين لم يفهموا قواعد الفيزياء الكامنة وراء تلك الظاهرة، وأنه من المحتمل أنهم لم يبذلوا جهدًا فى سبيل ذلك. وحتى لو كانوا فعلوا ذلك فإن

فهمهم للعلم آنذاك لم يكن فى مستوى الحدث وأن تفسيراتهم فى الأغلب كانت أقرب إلى السحر والخرافات من أن نعتبرها علمًا. غير أن ذلك لا يشكل أهمية إلى حد ما لأنهم كانوا أول من لاحظ الظاهرة واستفاد منها. والعلم عادةً ما يبدأ بالتجربة لتفسير ملاحظة ما، وبدون الملاحظة الأولية لا يوجد شيء جدير بالتفسير، وبذلك لا يتقدم العلم. ولهذا كانت الملاحظات الصينية على نفس الدرجة من الأهمية فى تقدم العلم مثلما كانت التفاسير اللاحقة لتلك الملاحظات.

والخلاصة، أنه يمكننا أن نقول بدرجة لا بأس بها من التأكد إن الصينيين كانوا أول من لاحظ الخواص المغنطيسية للمواد المغنَطة و"اتجاهها نحو الجنوب". ورغم أنهم بدأوا باستخدام تلك الخواص فى الضرب بالرمل إلا أنهم استغلوها أيضًا فى تحديد الاتجاهات، وهو الشيء الذى أصبح أهم استخدامات هذه المواد بعد ما يقرب من ألفى عام. كما حفز استخدام المواد المغنَطة على تحسين علم التعدين الصينى، وبعد ذلك حث العلماء الصينيين على القيام ببعض الملاحظات الفيزيائية المثيرة للاهتمام، التى أسهمت فى المزيد من التقدم فى صناعة البوصلات وغيرها من الأجهزة المغنطيسية فيما بعد.

ب. أندرو كرم

لمزيد من القراءة

Temple, Robert. The Genius of China: 3000 Years of Science, Discovery, and Invention. New York: Simon & Schuster, 1986.

Needham, Joseph. Science and Civilization in China. Multivolume series. Cambridge: Cambridge University Press, 1954-[2000].

نشأة السفن البحرية فى العالم القديم

نظرة شاملة

كانت أول سفينة تمخر عباب البحر من صنع المصريين، ثم تبعتهم شعوب أخرى تعيش على سواحل البحر المتوسط. وقد صنعت هذه الشعوب السفن البحرية عندما قرروا أن يغامروا فى البحر بغرض التجارة أو غزو أراضٍ أخرى، أو البحث عن موارد جديدة، أو ببساطة لمجرد أن يشاهدوا ما بعد الجزيرة التالية. ولم يكن الإبحار فى البحر ممكنًا إلا بعد أن حَسَّنَت عدة ابتكارات من تقنيات صناعة السفن كى تجعل السفن أقوى وقادرة على مواجهة العواصف والأنواء. ومنذ ذلك الوقت، انتشرت التجارة وازداد التواصل بين شعوب البحر المتوسط وشمال إفريقيا، وأدت تلك التجارة وذلك التواصل إلى استكشاف العالم القديم وفهمه.

الخلفية

لعل أول مركبة نزلت على صفحة مياه ويمتطيها شخص كانت جزءًا من جذع شجرة، والمياه ربما كانت نهرًا أو بحيرة يريد الشخص عبورها. وأحيانًا استُخدِمت سلال مجدولة ومبطنة بالقطران تُحمل فيها الأغذية والملابس بل حتى الأطفال لعبور مواقع المياه. وعندما شرع الناس فى القيام برحلات أطول على صفحة الماء تدفعهم الرغبة فى ذلك والفضول، قاموا بتجويف جذوع الأشجار وربطها سويًا. وعمد البشر الأوائل الذين كانوا يعيشون فى أماكن تندر بها الأشجار إلى صنع مراكب صغيرة من

جلود الحيوانات، ينفخونها بالهواء، ثم يربطونها معًا لصنع رمث. واستُخدِمت أوانٍ خزفية لنفس الغرض.

ولقد استُخدِمت المركبات التى يحملها الماء منذ زمن مبكر يصل إلى ٤٠٠٠ ق.م. توصل المؤرخون من بقايا ألواح الصلصال إلى أن أهالى بلاد الرافدين (ح ٣٥٠٠–ح ٥٠٠ ق.م.) كانوا يبنون زوارق من البوص المغطى بالقار أو من هياكل خشبية تستند إلى أكياس من الجلد المنفوخ. وكانوا يسيِّرون تلك الزوارق مع التيار ويستخدمونها كحوانيت طافية محملة بالطعام والسلع التى يبيعونها للسكان طوال رحلتهم. وعندما كانوا يصلون إلى نهاية الرحلة كانوا يقومون بتفكيك الزورق ويلقون بالبوص جانبًا ويبيعون الهياكل الخشبية، ثم يحملون جلود الحيوانات على حيوانات حمل الأثقال ويعودون أدراجهم إلى أعالى النهر سيرًا على الأقدام. ولم تكن تلك الزوارق تُستَخدَم إلا فى مجارى المياه الداخلية والبحيرات والأنهار.

ويأتى أول دليل تاريخى على الزوارق من مصر. ويتوصل الدارسون، من دراساتهم للفن المصرى، إلى أن قدماء المصريين المبكرين كانوا يبنون أرماثًا من حزم البوص الذى كان ينمو بغزارة فى وادى النيل. واقتصر استخدام هذه الزوارق المبكرة على التنقل على صفحة نهر النيل. واليوم يملك الأثريون أدلة قاطعة على تقنيات بناء الزوارق عند قدماء المصريين المبكرين. ففى سنة ٢٠٠٠ اكتشفوا زورقًا فى مقبرة ملكية فى أبيدوس، التى تقع على مبعدة حوالى ٤٥٠ كيلومترًا جنوب القاهرة. ودلت شواهد أخرى فى الموقع على أن الزورق ينتمى إلى فراعنة الأسرة الأولى حوالى ٣٠٠٠ ق.م. ويبلغ طوله حوالى ٢٥ مترًا وعرضه ٢–٣ متر فى أعرض نقطة وعمقه أقل من متر واحد، ويبدو أنه بُنى من الخارج إلى الداخل، مخالفًا تقنية ظهرت فيما بعد تبدأ بناء الزورق بهيكل داخلى. وبُنى الزورق بألواح من الخشب السميك مربوطة سويًا بحبال تمر بثقوب فى الخشب. وحشا بناة الزورق المسافات بين الألواح بحزم البوص كى يجعلوا الزورق غير منْفِذ للماء. وبالنظر إلى طول الزورق نجد أنه كان يقوده ٣٠ من

المجدفين. ورغم أن الخبراء يعتقدون بأنه زورق حقيقى وليس زورقًا رمزيًا، فإن من الأرجح أنه كان مقصودًا به أن يستخدمه الفرعون فى الحياة الآخرة.

كان على الناس أن يضعوا تصميمًا لزوارق تستطيع القيام برحلات طويلة تحت أمواج عاتية قبل أن تبحر أية سفينة. وكان أهم ابتكار هو هيكل سفينة مصنوع من ألواح خشبية. وربما كان ذلك تحسينًا لزورق كانو محفور، وتمت تقويته للرحلات البحرية بألواح طويلة من الخشب مثبتة بإحكام فى جوانب الزورق المحفور بالبوص والحبال أو خيوط القنب المجدول. والألواح الخشبية تمنح الزورق ثباتًا وثقلاً، وتتيح للرجال أن يحملوا معهم سلعًا أكثر وأن يُسيِّروا الزورق بالمجاديف. وفى الألفية الأولى ق.م. ظهرت تقنيتان فى بناء هياكل السفن من الألواح الخشبية. فقد فضل الأوروبيون الشماليون البناء متراكب الألواح، وفيه تُبنى الهياكل بألواح خشبية متراكبة. أما فى البحر الأبيض فكانت القوارب تُبنى بطريقة الكارافيل؛ أى أن ألواح الهيكل توضع بجوار بعضها ويوصل بينها لكى ينتج سطح أملس.

والابتكار المهم الثانى كان الشراع الذى يتيح قيادة القارب بالرياح. وكانت الأشرعة تُصنَع من سعف النخيل أو البوص المجدول أو من جلود الحيوانات. وصنع المصريون أول مثال للأشرعة حوالى ٣٠٠٠ ق.م.، للإبحار فى النيل فى بادئ الأمر ثم للرحلات فى البحر الأبيض. وكثيراً ما حوت القوارب مجاديف إضافة إلى الأشرعة؛ لأنهم كانوا يبحرون فى المجرى الضيق للنيل حيث تتباين شدة الرياح.

كان غزو أراضٍ أخرى من دوافع الإبحار فى البحر للاستحواذ على المزيد من الأقاليم أو طلبًا للمزيد من السلطان. وثمة دافع آخر هو الحصول على مصادر جديدة للبضائع، والمتاجرة مع الشعوب والمستوطنات القريبة فى الطعام والموارد والسلع الفاخرة. وكانت وظيفة السفن هى التى تحدد تصميمها. فكانت السفن الطويلة النحيلة ذات المجاديف تستخدم فى الحروب؛ لأنها كان مطلوبًا فيها السرعة وحرية المناورة، وأن تتسع لأعداد كبيرة من المحاربين. أما السفن المستخدمة فى التجارة فتحوى أكبر مساحات ممكنة للبضائع، ولكنها تحمل عددًا صغيرًا من أفراد الطاقم، فكانت قيعانها

مستديرة. كما كانت السفن التجارية أعلى من السفن الحربية كى تتجنب أن تجرف الأمواج العاتية الحمولة.

التأثير

منذ زمن مبكر يصل إلى الألفية الثالثة ق.م. أبحر المصريون فى البحر مستخدمين سفنًا تشابه سفنهم من البوص ولكنها أكبر حجمًا ومصنوعة من الأخشاب. وكانت غالبية رحلاتهم تتجه إلى جزيرة كريت، وبنى المينويون الكريتيون سفنهم وفقًا لتقنيات بناء السفن المصرية. ولقد كان المينويون أول شعب يجوب البحار حقا. وبحلول حوالى ٢٠٠٠ ق.م. كانوا يملكون غلايين حربية [جمع غليون] (وهى سفن تسير أساسًا بالمجاديف) وبها العديد من المجدفين على كل جانب من جانبى السفينة. وربما كانت السفن مبنية بالألواح الخشبية، وهى تقنية مصرية.

وسيطر البحارة الفينيقيون على شرقى البحر الأبيض لما يقرب من ثلاثة قرون، بدءًا من حوالى ١١٠٠ ق.م. وكانوا على دراية بالتقنيات المصرية لبناء السفن وقلدوا الأنماط المينوية. وكانت سفنهم طويلة ونحيلة ولها مؤخرة ذات أعمدة عالية ومقدمتها منخفضة مثبت بها منقار قوى. وتسير السفينة بالمجاديف وبها صفان من المجدفين ويتحكم فيها مجداف قيادة وحيد وبها صارى واحد يرفع شراعًا مربعًا.

وكانت السفن الإغريقية المبكرة طويلة ونحيلة، وبها عدة صفوف من المجدفين. وكان يُطلق على السفن الأولى اسم "بنتيكونترز" (Penteconters) وكان بها حوالى ٢٥ مجدفًا على كل جانب من جوانب السفينة. وكانت سفن البنتيكونترز تُستَخدَم فى الاستكشاف وفى التواصل مع المستعمرات البعيدة. كما كانت تُستَخدَم فى الإغارات، وتحمل الجنود الذين كانوا يترجلون إلى اليابسة للقتال أو يصعدون لأسطح سفن أخرى لمقاتلة الأعداء على متنها. ولما كان الإغريق ينشرون التجارة فقد احتاجوا فى النهاية إلى الحماية فى البحر. وكانت السفينة "أحادية المجاديف" (unireme) (من

الكلمة اللاتينية remus بمعنى مجداف) أول سفينة بُنيت خصيصًا للقتال. وفى القرن الثامن ق.م. ابتكر الإغريق السفينة "ثنائية المجاديف" (bireme)، وهى سفينة بها صفان للمجاديف (وعدد الصفوف هو عدد المجدفين على كل مجداف، وليس عدد صفوف المجدفين).

ومع تزايد قوة الإغريق فى القرنين السادس والخامس ق.م.، طوروا أقوى سفنهم الحربية وأشدها فعالية وهى "ثلاثية المجاديف" (trireme). وكانت سفينة ذات صارى واحد يرفع شراعًا مستطيلاً عريضًا يمكن طيه، وكان طاقمها يتكون من حوالى ٢٠٠ ضابط وبحار ومجدف. وكان بها ثلاثة صفوف من المجدفين على كل جانب من جوانب السفينة، يصل عددهم إلى حوالى ٨٥ مجدفًا فى كل جانب. وكان سطح السفينة مفتوحًا فى منتصفه ولا يغطى المنطقة تحته إلا بصورة جزئية كى يتيح للمجدفين شيئًا من التهوية والمساحة. كانت "ثلاثية المجاديف" سفينة رشيقة وقادرة على المناورة وسريعة. وكان تسليحها الرئيسى يتكون من منقار مغطى بالبرونز، ومجهز لاختراق أبدان السفن الحربية للأعداء. وهَزَمت ثلاثية مجاديف الأسطول الأثينى الفرسَ فى سلاميس فى ٤٨٠ ق.م. وصارت هى العمود الفقرى للأسطول الإغريقى منذ ذلك الوقت. وبالرغم من كفاءتها فى أعمال القتال إلا أنها كانت تفتقد لمساحات للمؤن، فكانت تضطر إلى الرسو ليلاً كى تتزود بها. ورغم ذلك فقد أسهمت فى تكوين الإمبراطورية الأثينية، ونشرت الثقافة الإغريقية فى كل أرجاء البحر الأبيض، وأسست مستعمرات إغريقية فى إيطاليا وشمال إفريقيا وغربى تركيا.

وصلت السفن "ثلاثية المجاديف" إلى ذروة تطورها فى القرن الخامس ق.م. ومنذ ذلك الوقت بُنِيت سفن بصفوف متزايدة العدد من المجدفين. وفى منتصف القرن الرابع بنى الأثينيون سفنًا "رباعية المجاديف" (quadriremes)، وأتبعوها بالسفن "خماسية المجاديف" (quinqueremes) وفى أخريات القرن الرابع وأوائل القرن الثالث بنى حكام مقدونيا سفنًا بها ١٨ صفا من المجاديف وطاقمها يتكون من ١٨٠٠ رجل. وبنى حكام

مصر سفنًا بها ٢٠ و٣٠ صفا من المجاديف، ولكن بطليموس الثالث بزهم جميعًا ببنائه سفينة بها ٤٠ صفا من المجاديف وتحتاج لأربعة آلاف مجدف، إن كانت قد نزلت المياه حقا.

ومع تفتت إمبراطورية الإسكندر فى أواخر القرن الرابع ق.م. انتهت السيطرة البحرية الإغريقية، ونشأت قوى بحرية فى أجزاء أخرى من البحر الأبيض. وبحلول حوالى ٣٠٠ ق.م. أصبحت قرطاجنة، وهى مدينة فينيقية على الساحل الشمالى لإفريقيا، القوة البحرية الرئيسية فى المنطقة. وحدث فى تلك الفترة أيضًا أن روما الدولة-المدينة شرعت فى التوسع جنوبًا فى إيطاليا. وعندما اصطدمت روما مع قرطاجنة كانت نتيجة ذلك الحرب البونية الأولى، التى بدأت فى ٢٦٤ ق.م. لم تكن روما قوة بحرية، ولكن الصراع مع قرطاجنة أقنع الرومان باحتياجهم لأسطول. وباستخدامهم لبناة سفن من الدول-المدن الإغريقية المهزومة ومعارف اكتسبوها من قرطاجنة، بنى الرومان أسطولاً من ثلاثيات وخماسيات المجاديف. ورغم أن تلك السفن المبكرة كانت كبيرة الحجم، إلا أن الرومان فيما بعد طوروا السفينة "الليبورنيانية" (liburnian)، وهى سفينة خفيفة وسريعة وأحادية المجاديف وبها صفان من المجاديف، واستُخدمت فى مصاحبة السفن التجارية ومحاربة القراصنة. وسرعان ما أصبحت أكثر السفن الحربية الرومانية شيوعًا. وهزم الرومان القرطاجنيين فى ١٨٤ ق.م.، وسيطروا على البحر الأبيض وهيمنوا عليه لعدة قرون.

وقد أسهمت نشأة السفن التى تبحر فى البحار فى نشر الثقافات والمعرفة والسلع بين شعوب البحر الأبيض، ثم أوروبا وشمال إفريقيا، وأدت فى النهاية إلى استكشاف العالم وفهمه. وكانت الصراعات التى نشأت عن ذلك خطوات أساسية، وإن كانت تعيسة، فى تطور العالم القديم.

ليندال بيكر لانداور (LYNDALL BAKER LANDAUER)

لمزيد من القراءة

Casson, Lionel. Ships and Seafaring in Ancient Times. Austin, TX: University of Texas Press, 1996.

Gould, Richard A. Archaeology and the Social History of Ships. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 2000.

Landels, J. G. Engineering in The Ancient World. Berkeley, CA: University of California Press, 1978.

Ships and Seamanship in the Ancient World. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1971.

Starr, Chester. The Influence of Sea Power on Ancient History. New York: Oxford University Press, 1989.



سفينة بضائع من مصر القديمة

الطريق الملكى فى بلاد فارس

نظرة شاملة

فى حوالى ٣٥٠٠ ق.م. بدأ استخدام طريق يمتد من العاصمة الفارسية سوسا إلى بحر إيجه ويبلغ طوله ٢٤١٤ كيلومتراً. ولم يكن بالضرورة طريقًا كما يُفهم من الاستخدام الحديث، وإنما كان أقرب إلى مدق تكوَّن فى التربة كان مستخدمًا بصورة روتينية، إن لم تكن منتظمة، لما يزيد على ألفى عام. وفى النهاية قام الأشوريون بتهذيبه، وخدم الملوك الفارسيين لقرون، واستخدمه فيما بعد الإسكندر الأكبر (٣٥٦-٣٢٣ ق.م.) لينقل عليه قواته، ومن المفارقات أنه ساعد الإسكندر على غزو الإمبراطورية الفارسية. وآنذاك لم يكن الطريق الملكى الفارسى يختلف عن أية طرق أخرى بُنيت فى مصر وبلاد اليونان وبابل، وكلها بُنيت بهدف ربط أجزاء إمبراطورية، رغم تواضع مجالها. غير أنه لم يحدث قبل الإمبراطورية الرومانية أن وُضعت الطرق فى إطارها المنطقى فى منظومة متكاملة حسنة التجهيز والبناء كطرق سريعة تربط كل أرجاء الإمبراطورية. وفى هذا الصدد، سبق الفرس الرومان وألهموهم أن يبنوا على نجاحات أسلافهم.

الخلفية

لا يمكن اعتبار أول طرق ظهرت فى العالم أنها تشبه الطرق التى نعرفها اليوم إلا بشق الأنفس. فقد كانت فى المقام الأول مسارات (مدقات) دُكت فى التربة بعد قرون

من الاستخدام، وكان سبب استخدامها بصفة عامة هو أنها كانت أقصر الطرق بين مدينتين أو أسرعها.

وكان الطريق الذى صار فيما بعد الطريق الملكى الفارسى هو أول طريق طويل المدى، وكان يمتد لمسافة حوالي ٢٤١٤ كيلومتراً من سوسا (العاصمة الفارسية القديمة) خلال الأناضول (تركيا الآن) إلى بحر إيجه. وفى نفس الآونة تقريباً أنشأت حضارة نهر السند شوارع معبدة فى العديد من مدنها، رغم أنها لم تكن واسعة النطاق بنفس الأسلوب. ويبدو أن حضارات أخرى شيدت طرقًا أيضًا ولكنها، مرة أخرى، كانت على نطاق أصغر، وتمتد فى غالبيتها داخل المدن أو بين المدن القريبة.

وبحلول حوالى ١٥٠٠ ق.م. كان الطريق الملكى الفارسى قد انتظمت أحواله وأصبح ملوك الفرس يستخدمونه بصورة منتظمة. وبدأ استخدامه فى نقل البريد والتجارة وفى الاستخدامات العسكرية، وهى استخدامات رددت الإمبراطورية الرومانية أصداءها فيما بعد فى شبكة طرقها الواسعة. ويقال إنه مع وجود نظام لمحطات الإبدال وجياد جديدة مفعمة بالنشاط، يستطيع رسولٌ أن يقطع مسافة ذلك الطريق وهى ٢٤١٤ كيلومتراً فى أقل من تسعة أيام، رغم أن الوقت المعتاد لقطع ذلك الطريق كان يقارب الثلاثة أشهر. وساهم الطريق الملكى، على غرار الطرق الرومانية، فى ربط أطراف إمبراطورية مترامية الأطراف. وبخلاف روما، كانت غالبية الإمبراطورية الفارسية قليلة السكان ولم تكن شبكات الطرق على نفس درجة انتشار الشبكات الرومانية التى ظهرت بعد ذلك. ويضاف إلى ذلك، أنها لما كانت قد أنشئت فى مناخ أشد جفافًا فلم تكن ثمة حاجة للهندسة المتوسعة التى اتسمت بها الطرق الرومانية.

التأثير

كانت الوظيفة الرئيسية للطريق الملكى هى تسهيل اتصال الإمبراطور برعاياه المقيمين بعيداً. وعلى هذا، فمن الجلى أن تأثيره كان أن يتيح له إدارة إمبراطورية كانت آنذاك، من الناحية الجغرافية، من بين أكبر الإمبراطوريات فى العالم. وقد ساعد الطريق الملكى على قيام الإمبراطورية الفارسية. أضف إلى ذلك أن الطريق الملكى قد أثبت للحضارات المعاصرة فائدة مثل ذلك الطريق، وبذلك أسهم فى إلهامهم إنشاء مشاريع مماثلة فى إمبراطوريات أخرى. ووصلت هذه المفاهيم إلى ذروتها فى الطرق الرومانية. وأخيراً، ومن المفارقات، ساهم الطريق الملكى فى تفكيك الإمبراطورية الفارسية، فقد أتاح للإسكندر الأكبر وجيوشه وصولاً سريعًا للأجزاء الحساسة من بلاد فارس القديمة ويسر له فتوحاته.

كانت الإمبراطورية الفارسية واحدة من أوائل الإمبراطوريات الكبيرة فى الشرق الأوسط. وكان يحكمها ملك الملوك من عواصمه سوسا وبرسيبوليس وإكباتانا، وكانت بلاد فارس مقسمة إلى ما لا يقل عن ٢٠ مقاطعة تسمى الساترابيات. وهذه الساترابيات كان يحكمها ساترابات (حكام أقاليم)، وكلهم كانوا على اتصال دائم مع الملك. وكانت الإمبراطورية يحميها جيش إمبراطورى دائم قوامه عشرة آلاف جندى على الأقل تعززهم قوات محلية من كل مقاطعة. وكانت بعض تلك القوات ترابط بصورة دائمة على الحدود، ويتم تعزيزهم بقوات أخرى عند الضرورة.

وكانت كل الإدارات الفارسية المدنية والعسكرية تعتمد على الطريق الملكى. ومثلما كان الحال مع الإمبراطورية الرومانية التى أتت بعد ذلك، استخدم الملك وحكومته نظاماً للبريد لنقل الأوامر والمعلومات إلى المقاطعات والحدود مع نقل المعلومات وطلبات المساعدة إلى العاصمة.

وبخلاف الأنواع المبكرة من الطريق، أجرى ملوك الفرس تحسينات عليه فحولوه إلى طريق ذى اتجاهين يصلح لكافة الأجواء ويستخدم فى كل الفصول المناخية، بما

فيها فصل الأمطار القصير نسبيًا. وفى الحقيقة، ثمة قول يُنسَب أحيانًا إلى بنجامين فرانكلين (Benjamin Franklin) (١٧٠٦-١٧٩٠) أن هيرودوت (٤٨٤؟- ٤٢٠؟ ق.م.) ذكر أن الرسل الملكيين الفرس "لم تكن لتوقفهم الثلوج أو الأمطار أو حرارة الجو أو ظلمة الليل". وأتاح الطريق وتفانى الرسل ووجود محطات الإبدال الموجودة على مسيرة يوم واحد من بعضها، أتاح للرسل أن يسافروا بسرعة، ومنح الفرس بعض الميزات الدبلوماسية والعسكرية على جيرانهم، الذين كانت أوامرهم وجنودهم تستجيب بسرعة أقل بكثير.

ومثلما كان الحال فى الإمبراطورية الرومانية فى القرون اللاحقة، كان الطريق الملكى جوهريًا فى ظهور ما كان وقتئذ أكبر إمبراطورية على ظهر الأرض. وكما أسلفنا، أتاحت القدرة على الاتصال وتحريك القوات بالسرعة المطلوبة للفرس ميزات حاسمة على منافسيهم. ويضاف إلى ذلك أن ذلك الطريق مَكَّن الإمبراطور من أن يستمع إلى شكاوى رعاياه بسرعة، ويتحرك لحل النزاعات فى المقاطعات قبل أن تتفاقم وتتسبب فى مشاكل واضطرابات. واجتماع ذلك مع سلوكيات تسامحية رائعة تجاه ديانات وممارسات الشعوب الخاضعة، ساعد الإمبراطورية الفارسية على النمو وأسهم فى استقرارها الرائع لعدة مئات من السنين.

ولم تمضِ أهمية الطريق الملكى دون أن يدركها الآخرون، وفى القرون التالية لبنائه حاول آخرون أن يقلدوه. فبنى الإغريق بعض الطرق، وإن لم تكن على ذات النطاق الواسع لأن إمبراطورياتهم عادة ما كانت أصغر من إمبراطورية فارس. كما بنى المصريون طرقًا أيضًا، ولكنها كانت تستخدم فى بادئ الأمر فى نقل مواد بناء الأهرامات وغيرها من الأبنية. ويعود تاريخ بعض الطرق المصرية إلى ما قبل الطرق الفارسية، ومن البديهى أنها لم تستلهم الطريق الملكى الفارسى، لكن طرقًا أخرى يبدو أنها بُنيَت وفقًا للنموذج الفارسى، والأرجح أنها كانت متأثرة بالنجاحات الفارسية. وأنشأت حضارات أخرى طرقًا ربما كانت تأثرًا كليًا أو جزئيًا ببلاد فارس، منها

الإمبراطورية الصينية والهند وربما كريت (رغم أن ثمة شواهد تشير إلى أن الطرق الكريتية قد نشأت بصورة مستقلة).

ورغم تلك التأثيرات غير المهمة، إلا أنه من المحتمل أن تكون أهم حضارة استلهمت الطريق الملكى الفارسى هى روما. ومن البديهى أن يكون الرومان قد سمعوا بالطريق الملكى وأدركوا مبكراً أن وجود نظام للطرق أمر جوهرى لتسيير شئون الإمبراطورية. غير أن الرومان أدركوا أيضاً أن احتياجاتهم تختلف عن احتياجات بلاد فارس، بسبب الاختلافات الجغرافية والطقسية. ولهذا فبدلاً من أن يكتفوا بمجرد محاكاة النظام الفارسى، أخذ الرومان من الفرس المفاهيم الأساسية للطرق المحسنة، ثم خلطوها بالهندسة المدنية وبممارسات البناء الماهرة للكريتيين والمصريين والبابليين، وأضافوا إلى ذلك مفاهيمهم عن شبكة طرق تربط كل أنحاء إمبراطورية مترامية الأطراف. وكانت النتيجة ظهور أعظم شبكة للطرق السريعة فى التاريخ حتى ظهرت الشبكة الأمريكية للطرق السريعة بين الولايات. ولو تفكرنا فى الأمر مليًا لوجدنا أن الطريق الملكى لم يجعل من الإمبراطورية الفارسية أمراً ممكنًا فحسب وإنما جعل أيضاً من الإمبراطورية الرومانية أمراً ممكنًا.

وأخيراً، نجد واحدة من مفارقات التاريخ وسخرياته أن الطريق الملكى جعل من الممكن أيضاً سقوط بلاد فارس. فقد عثرت جيوش الإسكندر الأكبر، أثناء حروبه التوسعية، على الطريق الملكى. وكان قد أنزل الهزيمة بالفعل بالحاميات الحدودية الفارسية، فاستغل الطريق الملكى كى ينقل عليه قواته بسرعة إلى قلب الإمبراطورية الفارسية. ووصل جيش الإسكندر سريعًا إلى برسيبوليس العاصمة الفارسية فاجتاحها وأحرقها، ثم تحرك وهزم المزيد من الجيوش الفارسية حتى استسلم الإمبراطور الفارسى. وبعد أن فرغ من ذلك عاد الإسكندر إلى غزواته وأخيراً توقف فى الهند، بعد أن أتم تقريباً غزو كل العالم المعروف لإغريق تلك الفترة.

ولقد أثبت استغلال الإسكندر للطريق الملكى أن أية مزية استراتيجية يمكن استخدامها كسلاح لأى من الجانبين، إذا تمكن جيش مهاجم من استخدامها. وفى هذه الحالة، نجح الإسكندر، بسيطرته على الطريق الملكى، فى تحويل طريق استراتيجى فارسى لمصلحته لأنه صار بمقدوره أن يحرك جيشًا متفوقًا بسرعة كبيرة، فوصل إلى المدن الفارسية قبل أن يقيموا دفاعات كافية. وبهذا تحول نفس الطريق الذى ساعد الإمبراطوريات الأقدم على نشر أمتهم والدفاع عنها إلى أداة فى يد أعدائهم ساعدت على تفكيك كل شىء بُنى بمشقة على مدى قرون.

ويبدو أن هذا الدرس لم يستوعبه الرومان جيدًا. فبعد ألف عام، هُزمت حاميات الحدود الرومانية على يد البرابرة من خارج الإمبراطورية. وتمكنت جيوش البرابرة المنتصرة من إحراز تقدم سريع فى قلب الإمبراطورية الرومانية باستخدامهم للطرق العسكرية الرومانية، وهاجموا الحاميات والمدن الرومانية قبل أن تتاح لهم فرصة تنظيم دفاعاتهم. ووصل ذلك إلى ذروته باجتياح روما، وانتهى بسقوط الإمبراطورية الرومانية وبداية عصر الظلام فى أوروبا القروسطية.

ب. أندرو كرم

لمزيد من القراءة

Curtis, John. Ancient Persia. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1990.

Green, Peter. The Greco-Persian Wars. Berkeley: University of California Press. 1998.

Olmstead, Arthur T. History of the Persian Empire. Chicago: University of Chicago Press, 1959.

شق القنوات فى العالم القديم

نظرة شاملة

لعل أشهر قنوات العصر الحديث وأكثرها مدعاة للإعجاب هى قناتى بنما والسويس. والأولى، التى استُكملت فى ١٩٠٢ تربط بين المحيطين الهادى والأطلنطى، محققة بذلك حلمًا دام عدة قرون. ولكن قناة السويس، التى فتحت لأول مرة الطريق بين البحر الأبيض والبحر الأحمر فى ١٨٦٩، تمثل حرفيًا ذروة آلاف السنين من الجهد. فمن بين القنوات المبكرة كانت قنوات حاول فيها منشئوها فى مصر إيجاد اتصال بين نهر النيل والبحر الأحمر، غير أنها لا يمكن مقارنتها بالمشاريع الضخمة لشق القنوات فى العالم القديم وبواكير العصور الوسطى. وفى الحقيقة، شهدت الفترة قبل ٧٠٠م شق أطول قناة فى العالم فى الصين، وهو مجرى مائى أُطلق عليه بحق اسم القناة الكبيرة.

الخلفية

القنوات هى مجارى مائية صنعها البشر لأغراض الرى والصرف والتزود بمياه الشرب، أو للنقل وهو أكثر الأغراض شيوعًا فى الأزمنة الحديثة. وفى وقت مبكر يصل إلى ٥٠٠٠ ق.م.، أى قبل ألفى عام من توحيد مصر وبدايات ما يُطلق عليه تقليديًا الحضارة المصرية، ظهرت أول قنوات فى مصر. بدأ المصريون المبكرون فى إنشاء السدود وقنوات الرى، يدفعهم إلى ذلك جفاف الأراضى على جانبى نهر النيل، وهى تطورات أسهمت كثيرًا فى تعزيز سبل العيش فى المنطقة وساعدت على نشأة المدن.

وإذا ما اتجهنا إلى الشرق أبعد من ذلك، في وديان أنهار دجلة والفرات التي نشأت فيها حضارات بلاد الرافدين، شرع المزارعون في بناء قنوات ري وترع بدائية. وتزامن ذلك مع المشاريع المصرية، وبالمثل كان ذلك خطوة كبيرة في نشأة حضارة، عندما تكاتف أهل سومر سويًا بهدف شق تلك القنوات.

وعادة ما يضع المؤرخون تاريخًا لبدايات الحضارة الحقة - مستكملة الأركان بالزراعة، وحياة الاستقرار، ونظام للحكومة، والكتابة، والمدن - في حوالي ٣٥٠٠ ق.م. في سومر، وبعدها بفترة وجيزة في مصر. وكان مينا أول ملك مصري يُعرف عنه أي شيء، وهو الذي وحد مملكتي مصر العليا ومصر السفلي في حوالي ٣١٠٠ ق.م.، ويقال إنه أيضًا قام بمشاريع لشق الترع. ومما لا ريب فيه أنه في المجتمعات التي نشأت على ضفاف الأنهار، مثل مصر وسومر، كانت ثمة أولوية لمشاريع ري الأراضي المحيطة بالنهر. وهكذا كان شعب الفرات قرب المصب في سومر في حوالي ٣٠٠٠ ق.م. يستخدمون أدوات بدائية مثل الروافع في شق القنوات.

وفيما يتعلق بالمصريين، كان من حقائق الحياة على ضفاف النيل وجود الجنادل والشلالات التي تعترض الانسياب السلس للنهر. ويقع الشلال السادس إلى الشمال مباشرة من مدينة الخرطوم الحديثة بالسودان، وفي أثناء تَلَوِّي نهر النيل شمالاً يمر بعدد من تلك الجنادل، لكل منها رقم وفقًا لترتيبها. ويقع الشلال الأول بالقرب من مدينة أسوان الحديثة، ونشأت الحضارة المصرية إلى الشمال من هذا الموقع. غير أنه بحلول عصر الأسرة السادسة (٢٣٥٠-٢١٥٠ ق.م.) شرع المصريون في شق قنوات نقل لتجنب الشلال الأول. ومرة ثانية كان هناك شيء مشابه من بلاد ما بين الرافدين، عندما حدث في حوالي ٢٢٠٠ ق.م. أن بُنيت قناة شط الحي لتصل بين نهري دجلة والفرات.

التأثير

أنشأ سنوسرت الثانى فرعون مصر (١٨٤٢-١٨٣٦ ق.م.) بوابات على جزء من نهر النيل كى يستصلح أراضٍ ثمينة للزراعة، كما أمر ابنه سنوسرت الثالث (١٩٣٦-١٨١٧ ق.م.) بتحرير الشلال الأول من العوائق. وحرم ذلك مصر من واحد من دفاعاتها الطبيعية، ولهذا أنشأ قلاعًا لحماية القطر من غزوات النوبيين أو الكوشيين فى الجنوب.

غير أن مصر وبلاد الرافدين لم تكن البلدان الوحيدة التى تم فيها شق القنوات أثناء الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٦٠٠ ق.م. فعلى البعد فى بيرو كانت هناك الدول-المدن لايزون (Layzón) وأجوا تابادا (Agua Tapada)، اللتان كانتا عظيمتى التأثير فى نشأة حضارة الشافين (١٠٠٠-٤٠٠ ق.م.). وكانت قناة كمبمايو (Cumbemayo) من أعظم منجزات هاتين المدينتين، وهى قناة أوجدت اتصالاً - قبل شق قناة بنما بما يربو على ٣٠٠٠ سنة - بين المياه التى تصرف فى المحيط الهادى وتجمعات المياه التى تصب فى المحيط الأطلنطى.

وشقت الصين أيضًا عددًا من القنوات فى الأزمنة القديمة. وكانت الاحتياجات هناك تختلف عن مصر وبلاد الرافدين، لاختلاف التضاريس الجغرافية. فعلى الرغم من حجم الصين الهائل إلا أنها لا تملك إلا ساحلاً رئيسيًا واحدًا، موجود فى شرقها. ورغم أن مدنها الرئيسية نشأت فى الجزء الشرقى من البلد، إلا أنها كانت أميل لأن تكون موانئ نهرية وليست موانئ بحرية، ولكن غالبية أنهار الصين تجرى من الشرق إلى الغرب، بينما يسير خط المدن من الشمال إلى الجنوب. ولهذا شهد عصر أسرة تشو (١٠٢٧-٢٤٦ ق.م.) محاولات عديدة للربط بين نهر يانجتزى والنهر الأصفر، وتوسعت تلك الجهود كثيرًا تحت الحكم القاسى لأسرة تشين (٢٢١-٢٠٧ ق.م.).

وقد اشتهرت الأسرة الأخيرة بصورة أكبر بسبب مشروع أشغال عامة آخر هو سور الصين العظيم، ولكن ذلك لم يكن المشروع الكبير الوحيد الذى أشرف عليه

الإمبراطور المستبد تشين شيه-هوانج-تى (٢٥٩؟-٢١٠ ق.م.). فقبل عقود من سيطرته على القطر بأكمله، كان أسلافه فى مقاطعة تشين قد أجبروا جيشًا من العبيد على شق قناة تصل بين نهرى تشينج ولو. وبمجرد أن وَحَّد شيه-هوانج-تى الصين وأعلن نفسه إمبراطورًا، أعاد إلى الحياة طريقة تشين فى العمل الجماعى وفرضها على القطر بأكمله، وأنشأ نظمًا للطرق والقنوات على مستوى الدولة بأسرها كى يضمن تزويد جيوشه بالمؤن.

وفى الشرق الأدنى فى نفس تلك الفترة الزمنية، نشأ وسقط عديد من الإمبراطوريات. فوصلت بابل إلى ذروة مجدها تحت حكم نبوخذنصر الثانى (٦٣٠؟-٥٢٥ ق.م.)، الذى اشتهر ببنائه حدائق بابل المعلقة الشهيرة، التى احتاجت إلى شبكة واسعة من قنوات الرى لمداومة رى أشجارها وزهورها، وفى الحقيقة كان بناء القنوات فى أنحاء المدينة سمة مميزة لعظمة بابل. غير أنه حدث فى حوالى ٦٠٠ ق.م. أن تلك القنوات مانحة الحياة نتج عنها نتائج غير متوقعة، وهى انتشار الملاريا والدوسنتاريا وغيرها من الأوبئة التى ينقلها الذباب والبعوض التى تعيش فى مياه القنوات الراكدة.

غير أن الطاعون لم يكن هو ما قضى على بابل، ولكنها جيوش قورش (كوروش) الكبير (٥٨٥؟-٥٢٩ ق.م.) والغزو الفارسى للعاصمة سنة ٥٣٩ ق.م. وخلف قورش فى الحكم ابنه قمبيز الثانى (حكم ٥٢٩-٥٢٢ ق.م.) الذى أضاف مصر إلى ممتلكات الإمبراطورية الفارسية البازغة فى ٥٢٥ ق.م. وقُدِّر لخليفة قمبيز دارا (٥٥٠-٤٨٦ ق.م.) أن يضطلع بتنفيذ أعظم مشروع لشق القنوات حتى ذلك الوقت.

وطبقًا لما ذكره هيرودوت المؤرخ الإغريقى (٤٨٤؟-٤٢٠؟ ق.م.)، شرع الفرعون المصرى نخاو الثانى (حكم ٦١٠-٥٩٥ ق.م.) فى مشروع لربط نهر النيل بالبحر الأحمر، غير أن دارا، بعد الغزو الفارسى لمصر، كان هو من استكمل شق القناة. وذكر هيرودوت أن القناة بلغ طولها رحلةً طولها "أربعة أيام"، وقد حُفرت القناة بحيث يتسع عرضها لسفينتين من "ثلاثيات المجاديف" [سفن قتال] تبحر فيها جنبًا إلى

جنب. كما ادعى أيضاً أن أكثر من ١٢٠,٠٠٠ عامل قد ماتوا أثناء حفرها، لكن ذلك ربما كان مبالغة منه.

ويبلغ طول القناة حوالى ٨٠ كيلومتراً وعرضها ٤٥ متراً وعمقها ثلاثة أمتار. وفى ١٨٨٦ عثر الأثريون على أول عمود من أربعة أعمدة أو مسلات، على مسار القناة القديمة. وقد نُقش عليها إعلان من دارا يقول فيه: "أنا فارسى، استوليت على مصر وأنا فى بلاد فارس، وأصدرت أوامر بحفر هذه القناة تمتد من نهر يجرى فى مصر اسمه نهر النيل إلى البحر الذى يتجه من بلاد فارس. وبعد ذلك تم حفر القناة، هكذا أمرت وأبحرت السفن من مصر فى هذه القناة إلى بلاد فارس. تلك كانت إرادتى".

ويبدو أنه منذ زمن مبكر فى عصر الدولة الحديثة (١٥٣٩-١٠٧٠ ق.م.) حفر المصريون قناة من النيل إلى البحر الأحمر عبر وادى طميلات. غير أن الرمال غطتها منذ زمن طويل، وأصاب المصير نفسه مشروع دارا الطموح. وأعاد حفرها بطليموس الأول (٣٦٦؟-٢٨٣؟ ق.م.) أول حاكم إغريقى لمصر، وبحلول عصر آخر هؤلاء الملوك، وهى كليوباترا (٦٩-٣٠ ق.م.) كانت أجزاء منها قد طمرتها الرمال تماماً. وفيما بعد، قام الإمبراطور الرومانى تراجان (٥٣-١١٧م) بتنظيفها، ومن بعدها صارت تسمى "نهر تراجان"، غير أن قناة النيل-البحر الأحمر اضمحلت وتدهورت أحوالها مع اضمحلال الإمبراطورية الرومانية وتدهور أحوالها.

وفى السنوات التى تلت ذلك كرس عدد من الحكام الرومانيين أنفسهم لمشاريع شق القنوات، ولكنهم فى تلك المرحلة كان اهتمامهم أكثر بصيانة المجارى المائية الموجودة أصلاً - ومنها المجارى المائية التى يعود تاريخها إلى حوالى ١٠٠ ق.م. فيما هو اليوم فرنسا - وليس بشق الجديد منها. وفيما بين سقوط الإمبراطورية الرومانية الغربية وظهور الإسلام لم يكن هناك إلا قوتان ذات شأن فى الشرق الأوسط: الإمبراطورية الرومانية الشرقية أو البيزنطية، والإمبراطورية الساسانية

فى بلاد فـارس التى قام ملكها خسـرو الأول (حكم ٥٣١م–٥٧٩م) بإنشـاء أو إصلاح العديد من قنوات الري. غير أن أهم مشاريع شق القنوات فى بواكير العصور الوسطى تمت فى الصين.

فمع ظهور أسرة سو (٥٨٩–٦١٨ ق.م.)، بدا أن التاريخ يكرر نفسه. فعلى غرار أسـرة تشين قـبلها بثـمـانمائة عـام، كـانت أسـرة سـو قـصـيـرة العـمـر، وشـديدة فى استـبداديتـها، وكـانت بيت حكم ذا أهمـيـة لا حد لهـا فى تاريخ هذا البلد، وعلى غرار أسـرة تشين أيضـًا، كانت لهم مشـاريع بناء عمـلاقة نفـذها الآلاف من العمـال العبيد. فقد أمر يانج تى (٥٨٠–٦١٨) بشق العديد من القنوات، كان أشـهرها القنـاة الكبيرة، التى كانت تسير لمسافة ١٧٦٠ كيلومترًا وتصل بين نهر يانجـتزى فى الجنوب والنهر الأصـفر فى الشمـال. ولم يؤد ذلك إلى زيادة مركزية السلطة فـى البلد الكبير فـحسب، وإنما شـجع التجارة وترك أثره فى هـجرات كبيرة للسكان من قلب الحضـارة الصينية فى الشمال إلى المناطق التى ينمو فيها الأرز فى الجنوب.

وعلى شـاكلة سور الصين العظيم، جرت تحسينات عديدة فى القناة الكبيرة أثناء القرون التى تلت، ولكن شق القنوات فى العـالم الغربى توقف بعـد الاضطرابات التى نتـجت عن زوال الحكم الرومـاني. ووضـع الأوروبيـون آمـالـهم فى فـتـرة الضـبط والربط الموجزة أثناء حكم شـارلمان (٧٤٢–٨١٤م)، وفكروا فى مشروع بدا لهم بسيطًا بصـورة مضللة لربط نهرى ماين والدانوب عند أضـيق تقـارب بينهما؛ ولكن تبين أن الأمـر أكثر صـعـوبة مما بدا، ولكن وعلى أية حـال كـانت شـعـوب أوروبا الغـربيـة فى تلك الفـتـرة منشغلة أساسًا بمجرد البقاء على قيد الحياة.

ولم يحدث إلا فى القرن الثانى عشر وما بعده أن استؤنفت فى أوروبا مشـاريع شق القنوات مـثل قناة "نـافـيـجليـو جـراند" (Naviglio Grande) فى إيطـاليـا. واسـتكمل الصـينيـون فـرعـًا للقناة الكبـيـرة بلغ طوله ١١١٠ كـيلومـتـر فـى عـام ١٢٩٣، وابتكروا التطور الحـاسـم "هويس القنوات". وبحلول الوقت الذى أنجـزت فيه فرنسـا شـق قناتها

الشهيرة "كانال دى ميدى" (Canal du Midi) فى ١٦٨١، كانت الدول الغربية قد تبوأت مركز صدارة حاسمة فى شق المجارى المائية بواسطة البشر. ووصل ذلك إلى ذُراه فى إكمال الفرنسيين لقناة السويس، والمشروع الأمريكى فى بنما بعدها بسنوات قليلة. وفى ١٩٩٢، بعد قرون من عهد شارلمان، استُكمِل شق قناة ماين-الدانوب.

لمزيد من القراءة

Oxlade, Chris. Canals. Chicago: Heinemann Library, 2000.

Woods, Michael, and Mary B. Woods. Ancient Transportation: From Camels to Canals. Minneapolis: Runestone Press, 2000.

الطرق الرومانية: بناء الإمبراطورية، والربط بين أرجائها، والدفاع عنها

نظرة شاملة

كانت الإمبراطورية الرومانية، وحتى ذروة الإمبراطورية البريطانية، أقوى إمبراطورية عرفها التاريخ. ففى أوجها، سيطرت على كل أوروبا تقريبًا، وجزء من إفريقيا، والجانب الأعظم من الشرق الأوسط. ومن بين العوامل التى سمحت بإمكانية بناء الإمبراطورية الرومانية وإدارتها والدفاع عنها كانت شبكة طرقها المعقدة، التى بلغ من حسن تصميمها وبنائها أنها لا تزال مستخدمة بعد مرور ألف عام على بنائها. وكانت مقولة صحيحة تلك القائلة بأن "كل الطرق تؤدى إلى روما"، فقد توسعت الإمبراطورية الرومانية وسيطرت على أرجائها الشاسعة بفضل طرقها.

الخلفية

وُجِدت الطرق بصورة أو بأخرى منذ ما يقرب من ٤٠٠٠ سنة. وكانت تُستَخدَم فى الأغلب والأعم فى التجارة، ولم تكن أكثر من ممرات تُستَخدَم كثيرًا مع شيء من التحسينات عند مناطق عبور الأنهار والمستنقعات وما إلى ذلك من الأجزاء الوعرة. وفى بعض الأحوال كانت كتل الأشجار وأغصانها توضع على الأرض لتسهيل السير على الأقدام أو على ظهور الخيل، وبصورة عامة لم يزد الأمر عن ذلك كثيرًا. وأسهمت الحضارات المختلفة، كلٌ بطريقتها الخاصة، فى بناء الطرق، فكان المصريون أعظم مَسَّاحى الأراضى، وبرع الإغريق فى البناء، وابتكر الإترسكيون صناعة الأسمنت والرصف، وكان الكريتيون مهرة فى الرصف. أما إسهام الرومان فكان ذا شقين: فأولا

بنوا خنادق لصرف المياه على جوانب طرقهم المبكرة لإبقائها تسمح بالسير تحت أى أحوال جوية، وكذلك اعترفوا بالتحسينات التى أدخلها آخرون. وكان ثانى إسهاماتهم هو أهمها؛ فلم يستنكف الرومان من استعارة التقنيات من آخرين، فكانوا أول من أدمج كل الابتكارات التكنولوجية التى ذكرناها فى شبكة موحدة من الطرق. وبعملهم هذا، مع إضافة ابتكاراتهم الخاصة التى تجمعت بمرور الزمن، أصبح بمقدور الرومان أن يشيدوا نظامًا للطرق بقى منقطع النظير لقرون عديدة.

كان أول طريق رومانى هو الطريق الأبيانى (Via Appia) الذى بُنى حوالى ٣٣٤ ق.م. وفى القرون القليلة التالية انتشر ما يربو على ٨٥٢٩٥ كيلومترًا من الطرق الرومانية إلى كل ركن من أركان إمبراطوريتهم. وكان تسعة وعشرون من تلك الطرق طرقًا عسكرية صُممت لكى تنقل بسرعة الفيالق الرومانية إلى الحدود بغرض الهجوم أو الدفاع. ومما لا ريب فيه أن تلك الطرق كانت ميزات استراتيجية ساعدت روما على بناء إمبراطوريتها والمحافظة عليها. وفى الحقيقة، شكلت الطرق الرومانية أول نظام فى العالم للطرق السريعة المتكاملة.

غير أن الابتكار الرئيسى ربما كان فى تصميم الطرق، وبخاصة العسكرية منها. فقد صُنعت لتعيش قرونًا، وعادة ما كانت عريضة، وبها صرف جيد ومبنية من عدة طبقات من الحجارة والحصى والأسمنت. وفى الحقيقة، لم تكتفِ الطرق بالسماح بالسير بسرعة بلغت ١٢١ كيلومترًا فى اليوم فحسب، وإنما بقيت لما يربو على ألف عام واستُخدِمت كطرق فى أوروبا فى عصر النهضة.

التأثير

كان النظام الرومانى للطرق السريعة فعالاً فى تشكيل مصير الإمبراطورية الرومانية. كما أرست معايير جديدة فى تصميم الطرق وتقنياتها، وخدمت أوروبا لقرون بعد سقوط الإمبراطورية الرومانية.

وأول وأهم شيء هو أن الطرق الرومانية، من نواحٍ عديدة، كانت هي الإمبراطورية. فقد أدرك الرومان أن السيطرة على إمبراطورية مترامية الأطراف يعتمد على السفر السريع الفعال، وقد بنوا طرقهم السريعة وفقًا لهذا الاستنتاج. فهي لم تسهل التجارة في أنحاء الإمبراطورية فحسب، وإنما جعلت المواصلات السريعة أمرًا ممكنًا، كما أنها حملت الجيوش الرومانية إلى مواقع الاضطرابات بسرعة.

وبمزيد من الدقة يمكن اعتبار الطرق المبكرة، مثل "طريق العنبر"، مجرد مدقات، وكانت بها بعض التحسينات في الأماكن الوعرة، ولكنها كانت بصورة عامة ممرات أو مناطق يكثر بها السفر تصل ما بين تلك التحسينات. وكان السفر عادة بطيئًا، وخاض كثير من المسافرين في الأوحال في الأحوال الجوية السيئة. وكان المسافرون يستغرقون شهورًا أو سنينًا كي يصلوا إلى وجهاتهم، وكانت الرسائل تستغرق نفس الوقت. ولم يكن ذلك أمرًا مقبولاً في إمبراطورية في حجم إمبراطورية روما.

وكان ما فعله الرومان هو أنهم زادوا من سرعة هذا السفر. وبمعنى آخر، كانت الطرق أول "طريق سريع للمعلومات"، يتحرك بسرعة المشي وليس بسرعة إلكترونية. ورغم ذلك، كانت الطرق أسرع وسيلة متاحة للانتقال. وتبدت أهمية ذلك في المقام الأول في مجال إدارة شئون الإمبراطورية، وبوجه خاص بواسطة نظام البريد الروماني (cursus publicus).

ومع سرعة الاتصالات اليوم، نجد من الصعب تقبل فكرة أن المعلومات تنتقل بسرعة الرجل أو الحصان الذي يسير على قدميه. وفي مثل ذلك العالم، حيث كان المسافر المجد يقطع أقل من ٣٢.٢ كيلومتر في اليوم، فإن إدارة شئون الإمبراطورية كانت تسير بسرعة بالغة البطء. وفي حالة روما، كانت إدارة شئون الإمبراطورية تتضمن شن الحروب، وإجراء مفاوضات لإبرام معاهدات وإدارة الشئون الدبلوماسية، وإرسال الأوامر إلى قواد الجيش وجمع الضرائب وتوزيع المراسيم الإمبراطورية، وتلقي تقارير من مبعوثين في الخارج وما إلى ذلك. وأن تتم كل تلك الإجراءات والاتصالات الحيوية بسرعة الراجل على قدميه لهو أمر لا يمكن احتماله.

ولقد كان لبناء طرق سريعة على مستوى فائق الجودة مزايا هائلة؛ لأنه أسهم كثيرًا فى زيادة سرعة الاتصالات. فمثلاً كان بمقدور رسولٍ على طريق رومانى أن يسافر بسرعة تصل إلى ١٢١ كيلومترًا يوميًا. ورغم أنه من المغرى أن ننتقد سرعة ١٢١ كيلومترًا يوميًا بوصفها لا تزال بطيئة، وخاصة إذا قارناها بسرعة السفر اليوم، إلا أنه من غير المناسب عقد مثل تلك المقارنة لأنه فى تلك الأوقات لم تكن ثمة طائرات أو سيارات. وبدلاً من ذلك، تعالوا نتأمل استكشاف النظام الشمسى اليوم. فاليوم تستغرق مسابر الفضاء شهورًا كى تصل إلى المريخ وسنوات لتصل إلى الكواكب الخارجية. وهذا الزمن الذى يستغرقه السفر بين الكواكب يمكن مقارنته بالسفر فى أنحاء الإمبراطورية الرومانية فى غياب النظام الرومانى للطرق السريعة. والآن، لنتأمل نظامًا جديدًا لدفع المركبات الفضائية يتيح لنا بلوغ المريخ فى أسبوع والكواكب الخارجية فى شهر أو نحو ذلك وكيف سيكون ذلك أمرًا ثوريًا. كيف سيؤثر ذلك فى الطريقة التى ننظر بها إلى نظامنا الشمسى؟ ويالها من ثورة أن نتمكن من إرسال أشخاص يزورون المريخ أو يستعمرونه أو يدرسون المشترى! فظهور الطرق الرومانية قد فتح آفاق السفر فى الإمبراطورية بصورة مماثلة.

ومن البديهى أن الطرق التى كانت تخرج من روما هى نفس الطرق التى كانت تؤدى إليها، فكانت المعلومات تنتقل فى كلا الاتجاهين. وفى أغلب الحالات سهل ذلك تلقِّى الأنباء وتحصيل الضرائب من الأماكن النائية فى الإمبراطورية. غير أن المسيحية انتشرت عبر تلك الطرق أيضًا، منتقلة بسهولة ويسر إلى روما وكل أرجاء الإمبراطورية. ومن البديهى أنه ليست هناك من وسيلة نعرف بها إلى أى مدى كانت المسيحية ستنتشر لو لم تكن تلك الطرق موجودة، ولكن الكثير من النجاحات الأولى للدين الجديد يعود إلى السرعة التى كان أتباعه ينشرون بها رسائلهم فى الإمبراطورية.

وإضافة إلى المزايا الإدارية، استُخدِمَت الطرق الرومانية كسلاح حربي. فمثلما كان من الممكن استغلال الطرق فى الإسراع بنقل المعلومات إلى أقصى أركان

الإمبراطورية فإن من الممكن أيضًا الإسراع بنقل الجنود للدفاع عن الحدود، أو لتوسيعها من خلال المزيد من الغزو. ويضاف إلى ذلك أن الطرق سهلت من نقل المؤن إلى الجيوش، وإرسال التعزيزات إلى ميادين القتال، وإيصال الأوامر إلى القواد، أو إحضار التقارير من الجبهة إلى روما.

ولم يغب هذا الدرس عن ذاكرة التاريخ حتى أثناء القرن العشرين. فقد استخدم هتلر الأوتوبانات (الطرق السريعة) الألمانية فى تحريك قواته إلى الجبهة، وكانت قوات فيتنام الشمالية تنقل المعدات على "درب هوشى منه"، بل إن الطرق السريعة بين الولايات الأمريكية بُنيت مع الأخذ فى الاعتبار نقل الجنود بسرعة. وفى الحقيقة، صُمم هذا النظام للطرق السريعة وبه أجزاء مستقيمة يكفى طولها لنزول الطائرات أثناء الطوارئ؛ مما يضاعف وظائفها أثناء الحرب. وبالمناسبة، نجد أن الطرق السريعة السويدية والسويسرية مصممة كى تخدم نفس الاستخدامات أثناء الحرب.

ومن ناحية الهندسة المدنية، كانت الطرق الرومانية مثيرة للإعجاب على نفس الشاكلة. فعلى جانبى الطريق الرومانى النمطى نجد خنادق لصرف المياه لإبقاء الطريق جافا أثناء هطول الأمطار أو نوبان الجليد فى الربيع. واستُغلت الأتربة الناتجة من حفر خنادق الصرف فى رفع مستوى الطريق مترًا على الأقل عما يحيطه من أراض، مما يزيد من جفاف الطريق. وفوق ذلك توضع طبقة من الحصى والرمال والأسمنت وحجارة الرصف. وقد يصل سمك الطريق إلى ١.٤ متر. وأدى كل ذلك إلى جعل الطريق ناعمًا وجافا وذا متانة غير عادية. وقد يصل عرض تلك الطرق إلى ٤.٦ متر مما يسمح بمرور عربة يجرها حصان فى الاتجاهين، وكانت الطرق يرتفع منتصفها عن جوانبها لتسهيل صرف المياه إلى الجوانب. وعلى الجانبين نجد رصيفًا يبلغ عرضه ٦٠ سنتيمترًا، وحارات سير إضافية على كل جانب يصل عرض كل منها إلى مترين. فيصل إجمالى عرض الطرق المكتملة والكثيفة السير إلى ١٠.٧ متر. وعادة ما كانت الطرق تسير مستقيمة عبر المستنقعات والوديان والأخاديد وكذلك عبر الجبال (كلما استطاعوا إلى ذلك سبيلاً).

وكان من نتائج ذلك التصميم أكثر تأثيرات الطرق الرومانية دوامًا، وهو استمرار استخدامها لقرون عديدة بعد سقوط الإمبراطورية الرومانية. بل إن الطرق استمرت تُستَخدَم بعد ألف عام من سقوط روما، وبقيت مستخدمة لأنها ظلت، في أحوال كثيرة، الطرق الوحيدة اللائقة في أجزاء من أوروبا. ولهذا، وحتى أخريات العصور الوسطى، بقيت طرقٌ عمرها ألف عام مستخدمة، مما سهل التجارة والترحال، وخدمت الدول التي خلفت روما مثلما خدمت الفيالق والرسل الرومانية قبل قرون.

كانت الطرق الرومانية واحدة من أهم أدوات الإمبراطورية الرومانية. وساعدت على بناء الإمبراطورية وصيانتها وإدارتها، كما خدمت الأمم المستقبلية بنفس الكفاءة. واستخدم المسيحيون الأول تلك الطرق لنشر تعاليمهم في أنحاء العالم القديم، وحركت الأجيال التالية الحجاج والجيوش والسلع. ومهما كانت أخطاء الرومان فقد كانوا يجيدون البناء ويبنون للبقاء. ووضعوا أيضًا معايير تتطلع إليها وتستلهمها الأجيال المستقبلية من المعماريين والمهندسين المدنيين.

ب. أندرو كرم

لمزيد من القراءة

Claridge, Amanda, Judith Toms, and Tony Cubberley. Rome: An Oxford Archaeological Guide to Rome. Oxford and New York: Oxford University Press, 1998.

Edward Gibbon. The Decline and Fall of the Roman Empire. 3 vols. New York: Modern Library, 1995.

Johnston, David E. An Illustrated History of Roman Roads in Britain. Bourne End, England: Spurbooks, 1979.

Laurence, Ray. The Roads of Roman Italy: Mobility and Cultural Change. London and New York: Routledge, 1999.

Nardo, Don. Roman Roads and Aqueducts. San Diego, CA: Lucent Books, 2001.



بقايا طريق رومانى فى قرطاجنة

الكتابة تحفظ المعارف والذاكرة

نظرة شاملة

نشأت الكتابة أكثر من مرة، في أماكن مختلفة وفي أزمنة مختلفة. وكان أقدمها منذ حوالى ٥٥٠٠ سنة فى بلاد الرافدين، وهى الهلال الخصيب القديم فى الشرق الأوسط، موطن أول زُراع وأول من شيدوا المدن وكذلك أول الكتبة. وقد بدأت الكتابة كصور مثالية وعلامات مبسطة رمزية مثل الشقوق والنقاط. وانتهى الأمر بظهور الأبجديات بما فيها من مرونة لتمثيل أية أصوات فى لغة الحديث، مما يسر انتقال الأفكار المجردة. ويمكن القول إن الكتابة هى أهم ابتكارات البشرية؛ لأنها وسيلة تسجيل المعرفة وانتقالها بين أناس يفصل بينهم الزمن والمكان.

الخلفية

قبل أن يفكر البشر فى الكتابة احتاجوا لأن تكون لديهم لغة للكلام. وعلماء الأجناس البشرية غير متأكدين متى نشأت عند أسلافنا البعيدين القدرات الفسيولوجية للكلام، ومتى نشأ المنطق المجرد اللازم لاستخدام الرموز الشفهية التى تحمل المعاني. فمثلاً لا يزال أمراً مثيراً للجدل ما إذا كان النياندرتال منذ مائة ألف عام كانت لديهم هذه المقدرة. غير أنه قد تأكد بصورة معقولة أنه منذ ٤٠,٠٠٠ سنة كان البشر (هومو سابينز) قد تكونت عندهم القدرة على التعبير عن أفكارهم بواسطة الكلام.

وإذاً فلربما كان من الطبيعي أنه في حوالي ذلك الوقت تعلم البشر الأوائل أن يعبروا عن الأفكار بالكلمات، فقد ظهرت أول شواهد على الفن التعبيري. فالصور التي نجدها على جدران الكهوف، مثل الرسوم الجميلة في لاسكو بفرنسا التي يبلغ عمرها ٢٢،٠٠٠ سنة، قد تكون مقصوداً بها تسجيل حدث من الأحداث، أو لخدمة بعض الأغراض الدينية، أو لمجرد تزيين المنطقة. وبغض النظر عن الغرض الأساسي منها، فمن الجلي أنها كان مقصوداً بها تمثيل جمال الحيوانات التي رسموها، وهو الشيء الذي ما زلنا نراه.

وقد عثر الأثريون المتخصصون في فترة ما قبل التاريخ على خطوات أخرى في الطريق إلى الكتابة: قطع من العظام يرجع تاريخها إلى ٣٠،٠٠٠ سنة ق.م. عليها علامات إما مجموعات من الشقوق أو النقاط. ووُجدت هذه الآثار في كل أنحاء العالم. وبعضها مثير للجدل، حيث يظن بعض المعترضين أن تلك العلامات ربما نتجت عن أسنان حيوانات من آكلة اللحوم. ولكن في أحوال أخرى نجد أنه من الواضح أن العظام هي عصي سجلات، عليها كميات تهم صانعها، ربما كانت أعداد الحيوانات التي قُتِلت في صيدٍ، أو أيام الدورة القمرية، حتى نتائج مباراة. وبالمثل، كانت عصي العد يستخدمها بعض المزارعين الأوروبيين حتى حوالي ١٠٠ سنة مضت، وكذلك السكان الأصليون لأستراليا حتى النصف الثاني للقرن العشرين. وكذلك استُخدِمت الحبال المعقودة، مثل تلك التي كان الإنكا يستخدمونها في أمريكا الجنوبية، في أغراض تسجيلية.

وفي حين كانت تلك السجلات الرقمية الأولى أسلافًا مهمة للكتابة، فقد كانت المعلومات التي نقلتها محدودة للغاية. فقد كانت تلك السجلات في جوهرها أجهزة تعين على التذكر. فالشخص الذي كان يسجل على تلك العصي ربما كان يعلم أنه اصطاد أبقاراً وحشية، وكل ما كان يسجله، إن اعتبر أن تلك المعلومات مهمة عنده، هو عدد ما اصطاده من حيوانات. وبالنسبة له خمسة شقوق كانت تعني خمس أبقار وحشية،

ولكنها لا تعنى لنا إلا الرقم خمسة. خمسة من ماذا؟ لا نعرف على وجه الدقة. فالتفاصيل قد اختفت وكذلك ذاكرة صانعها.

ومن الممكن الحصول على تنوع أكثر ثراء فى المعلومات عن طريق الصور. ففى حضارة حضرية أكثر كثافة سكانية مثل تلك التى بناها السومريون فى الهلال الخصيب فى بلاد الرافدين، تبسطت الصور حوالى ٣٥٠٠ ق.م. إلى رموز تعبيرية تسمى "البِكتوجرام" (pictograms) وهى الصورة التى تمثل فكرة ما. وعلى قدر علمنا، تمثل البكتوجرامات السومرية أقدم كتابة فى العالم.

ومَثَّلَت أقدم البكتوجرامات السومرية، التى حُفرت على ألواح من الصلصال، أشياءَ مألوفة واقعية محددة من اليسير التعرف عليها وشائعة التداول فى الحياة اليومية. وأول نقوش معروفة هى سجلات زراعية، وقوائم بأكياس الحبوب ورؤوس الماشية. وبمرور الوقت، صارت العلامات تُجمع سويًا لتعبر عن أفكار أكثر تعقيدًا. وكان لأغلب العلامات أكثر من معنى محتمل. فمثلاً العلامة الدالة على القدم البشرية تعنى أيضًا "السير" أو "الوقوف". وكانت هناك حوالى ٦٠٠ علامة مستخدمة بصورة منتظمة.

وبدأ قدماء المصريين يستخدمون البكتوجرامات المسماة الهيروغليفيات فى حوالى ٣٠٠٠ ق.م. وكانوا يعتبرون الكتابة هبة من الإله تحوت، رغم أنهم قد يكونون حصلوا على الفكرة من السومريين. وعلى أية حال يبدو أن كتابتهم هذه كانت ابتكارًا مستقلا فقد ابتدعوا رموزًا خاصة بهم، بدلاً من تبنى الرموز السومرية، ولم يكتبوها على ألواح الصلصال. وعوضًا عن ذلك حفروا هيروغليفيتهم على الحجر، ولونوا بها الخزف أو رسموها عليه. كما كان لديهم أيضًا البردى، الذى يشبه الورق. وهو مصنوع من ألياف نباتات تنمو على ضفاف النيل، ويمكن طى البردى فى لفائف لتسهيل نقله وتخزينه. وكذلك كان الرق (البرشمان) المصنوع من جلود الحيوانات قابلاً للحمل. غير أن مواد الكتابة تلك كانت تكاليف صناعتها باهظة فلم تحل محل الحجر والخزف فى الاستخدامات اليومية.

وكانت الخطوة المحورية التالية هى استخدام "الكتابة بالتكنية"(rebus writing) أى التعبير عن كلمة أو عبارة برسم يُذَكِّر [المرء بها]. وهى طريقة مألوفة عند هواة الألغاز المصورة، ويتكون من سلسلة من الصور البسيطة، يشير كل منها، لا إلى الشىء الذى تمثله وإنما إلى رنين اسمه. والنتيجة هى تلاعب بصرى بالألفاظ. فمثلاً صورة لعين [eye] تتلوها صورة لعلبة [can] تعنى "I can". وفى هذا المثال نرى كيف تُستَخدَم صور لأشياء ملموسة فى التعبير عن أفكار من الصعب التعبير عنها بالصور بأية طريقة أخرى، وهى الـ "أنا" و"القدرة على فعل شىء". وبهذا اكتسبت الكتابة، بابتعادها خطوة عن التعبير بالصور (البكتوجرافية) فى اتجاه التعبير الصوتى (المبنى على الصوت)، اكتسبت القدرة على مزيد من التعبير عن الأفكار التجريدية.

وفى سومر، فى حوالى ٢٨٠٠ ق.م. تم تبسيط الكتابة بالصور (البكتوجرافية) إلى الرموز المسمارية (وتدية الشكل) التى تُشَق فى الصلصال باستخدام حافة قلم مستدق الطرف. وفى نفس الوقت، استُخدِمت بعض الرموز استخداماً مزدوجاً. فالكلمات التى كانت تحدث أصواتاً متشابهة فى اللغة السومرية، مثل الكلمات الدالة على "ماء" و "فى" بدأ يُعبَّر عنها بنفس العلامة. وأحياناً كانت تُستخدَم رموز خاصة تسمى "المحدِّدة للمعنى" لإزالة اللبس ما إذا كانت علامة ما تُفهم حسب صوت نطقها أو حسب صورتها.

جعل مفهوم الكتابة بالتكنية الكتابة المسمارية بالغة القوة، وساعد على انتشارها عبر الشرق الأوسط، وبقيت قيد الاستخدام لما يزيد على ٢٠٠٠ سنة. وعلى سبيل المثال، ابتكر العيلاميون، الذين كانوا يعيشون على مبعدة ٣٠٠ كيلومتر إلى الشرق من السومريين فيما هو اليوم إيران، ابتكروا مستقلين كتابة بكتوجرامية لا تزال تحير العلماء، ولكنهم تبنوا المسمارية بدلاً منها.

وفى نفس الوقت تقريباً، كانت تنتشر عبر منطقة الصحراء العربية موجات من قبائل سامية، وهم بدو رحل من تلك المنطقة يتكلمون لغات ذات صلة باللغة العربية والعبرية اليوم. وفى بلاد الرافدين نشأت ممالك سامية من بينها آشور وبابل وحلت

محل السومريين، وحكمت لحوالى ١٨٠٠ سنة. وفى تلك الممالك، تكيفت الكتابة المسمارية مع الكلمات والأصوات المختلفة للغات السامية.

وإلى الغرب فى آسيا الصغرى، فيما هو اليوم تركيا، كان الحيثيون يحكمون المنطقة فيما بين القرنين العشرين والثالث عشر ق.م. وكانوا يتكلمون لغة هندو-آرية، وابتكروا مستقلين كتابة هيروغليفية خاصة بهم كانت تُستَخدم أساسًا فى أغراض احتفالية. وتبنى الحيثيون الكتابة المسمارية للأنشطة الاعتيادية، مما يثبت أن الكتابة المسمارية كانت ملائمة للتعامل مع الأصوات والمفردات والتراكيب التى تنتمى لعائلة لغوية أخرى.

كما نشأت الكتابة أيضًا فى مناطق عديدة خارج الشرق الأوسط، ربما فى زمن مبكر يصل إلى ٢٠٠٠ ق.م. وكانت شعوب وادى نهر السند، فيما هو باكستان الآن، على شىء من العلاقة مع السومريين، ولكن كتابتهم استخدمت علامات مختلفة. ويبدو أنهم، لسوء الحظ، كانوا يكتبون على مواد قابلة للتلف مثل الأخشاب أو الجلود. فلم يتبقَّ من نقوشهم إلا أقل القليل على أختام وآثار.

وفى نفس الوقت تقريبًا، ابتُكِرت الكتابة أيضًا فى وادى النهر الأصفر فى الصين. وعلى خلاف الحضارات المختلفة فى الشرق الأوسط وحول حوض البحر الأبيض، الذين ابتكروا أنظمة كتابة خاصة بهم بعد أن سمعوا عنها من جيرانهم، من المحتمل أن نشأة الكتابة فى الصين كانت أمرًا مستقلاً حقًا. وليس من المستحيل وجود بعض الصلات مع المجتمعات المتعلمة المبكرة فى الشرق الأوسط، والتى تقع على الحافة الغربية لآسيا، ولكن وجود مسافة تفصلهما تبلغ ٧٢٠٠ كيلومتر من الجبال والصحراوات يجعل ذلك الأمر بعيد الاحتمال. وكانت مواد الكتابة الصينية، وهى الخيزران والحرير، من نتاج ذلك البلد. وكانت أحرف كتابتهم فريدة لا نظير لها، وبقيت بصورة عامة لا تتغير منذ نشأتها. ولهذا يمكن اعتبار الكتابة الصينية، بعلاماتها الأساسية البالغ عددها ١٠٠٠، أقدم كتابة استمرت قيد الاستخدام المستمر.

ولعل سكان كريت قد أتتهم فكرة الكتابة من شركائهم فى التجارة، وبخاصة المصريون. غير أن الكتابة التى استنبطوها، وتُكتب من اليسار إلى اليمين، ومبنية على مقاطع منفردة، كانت فريدة من نوعها. وثمة نمط منها يسمى "الكتابة الخطية ب"، استخدمها الإغريق الميسينيون فى حوالى ١٦٠٠ ق.م. فى تسجيل محتويات القصر وكشوف الجرد.

غير أن الشرق الأوسط، بما له من تاريخ طويل فى الكتابة ونزعتها إلى التعبير الصوتى، كان موطن نشأة الأبجدية. وقد ظهرت بين ظهرانى المجموعات السامية التى كانت قد استقرت على مقربة من السواحل الشرقية للبحر الأبيض فيما هو اليوم فلسطين ولبنان والأردن وسوريا. وكانت تلك المنطقة معروفة باسم "كنعان" فى اللغات السامية، وفيما بعد أطلق الإغريق على شعبها اسم "الفينيقيين".

ورغم أن العديد من الكنعانيين كانوا مزارعين، إلا أن إقليمهم لم يكن يتمتع بالتربة الخصبة لدلتا النيل أو الهلال الخصيب. غير أنهم كانوا يزرعون الزيتون وأشجار الأرز ولديهم أصواف من خرافهم، كما كان لديهم حيوان بحرى من الرخويات يسمى "ميوركس" كانوا يستخرجون منه صبغة أرجوانية اللون كانت مرغوبة. كما كانوا يملكون عدداً من الموانئ ذات الحماية الطبيعية، وموقعًا على تقاطع طرق الحضارات. ونتيجة لذلك صاروا تجاراً، وأنشأوا سلسلة من المدن المهمة.

كان الميناء التجارى أوجاريت من بين هذه المدن، فيما هو الآن شمال غرب سوريا. وهناك عثر العلماء على نقوش تقليدية بالكتابة المسمارية، كما عثروا على أقدم كتابة أبجدية معروفة، يعود تاريخها إلى القرن الرابع عشر ق.م. وتتطابق حروفها الثلاثون مع أصواتٍ فى اللغات السامية. ومن بين النقوش التى عُثر عليها قصص تشبه المواضيع التوراتية شبهًا مذهلاً.

كما عُثر فى أوجاريت على شىء أكثر أهمية، وهو أول قائمة أبجدية معروفة. وهى تتكون من جدول للرموز فى ترتيبها التقليدى مع العلامات المسمارية للمقاطع

أ، ب، ج .. فى نفس الترتيب تقريبًا الذى يظهر فى الأبجدية الفينيقية وبعدها فى الأبجديات السامية. غير أن الكتابة الأوجاريتية تختلف عن الكتابات الأخرى التى كان الكنعانيون يستخدمونها، ولا تظهر مرة أخرى بعد أن اجتيحت المدينة وأُحرقت فى حوالى ١٢٠٠ ق.م.

وفيما بين ٢١٠٠ و١٣٠٠ ق.م. استخدمت بيبلوس المدينة الفينيقية كتابة مقاطعية. وكان بها حوالى ٨٠ حرفًا مبنية بتصرف على الهيروغليفية المصرية. وفى شبه جزيرة سيناء، حوالى القرن الخامس عشر ق.م.، استخدمت مجموعة أخرى من الساميين، يعملون فى مناجم النحاس والفيروز المصرية، كتابة بها حوالى ٢٧ حرفًا، بعضها يشبه الهيروغليفية. ومن المرجح أن الساميين فى كل من تلك الأحوال كانوا يستخدمون مجموعات مختصرة من العلامات المصرية لتمثل أصوات لغتهم الخاصة. ووضع العلماء نظرية مفادها أن الساميين السيناويين أعطوا تلك الرموز أسماء بعضٍ من أكثر الأشياء شيوعًا فى العالم مثل الثور والبيت والجمل والباب: ألف وبِث وجيمل ودالث. ولا تزال هذه الأسماء مستخدمة فى الأبجدية العبرية اليوم.

وقد ظهرت الأبجدية الفينيقية بحروفها الاثنين والعشرين فى حوالى ١٢٠٠ ق.م.، سواء كانت منحدرة انحدارًا مباشرًا من الكتابة الأوجاريتية، أو من كتابة الساميين السيناويين، أو من الكتابة البيبلوسية شبيهة الهيروغليفية، أو من أى كتابة سامية أخرى. وفى الشرق الأوسط تطورت الأبجدية الفينيقية إلى الكتابة الآرامية، التى استُمِدت منها العبرية المربعة، وهى الأبجدية التى تبناها الشعب اليهودي. وحلت الآرامية بصفة خاصة محل كتابة تسمى العبرية المبكرة، رغم أن تلك الأخيرة استمرت تُستخدَم بواسطة السامريين، وهم شعب وثيق الصلة باليهود. ويعود تاريخ أقدم نصوص عبرية معروفة إلى حوالى ١٠٠٠ ق.م. أما الكتابات العربية والفارسية والهندية فقد انحدرت جميعها من الآرامية فى أوقات لاحقة.

انتشرت الأبجدية الفينيقية مع التجار حول البحر الأبيض من ميناء بيبلوس، التى من اسمها اشتُقت الكلمة الإغريقية التى تعنى كتاب "بيبليوس" (biblios) وكلمة "بايبل" (bible) (إنجيل). وبحلول ٨٠٠ ق.م. كانت الأبجدية قد تبناها الإغريق. وكتبوها من اليسار إلى اليمين مثل "الكتابة الخطية ب" القديمة، وأضافوا أحرف العلة (التى أهملتها الكتابات السومرية بصورة عامة)، وأجروا تعديلات أخرى لكى يوفقوا بينها وبين لغتهم الهندو-آرية. غير أنهم أبقوا على أسماء كثير من الأحرف، وأسماؤهم ألفا وبيتا وجاما ودلتا هى تذكير واضح بالجذور السامية لأبجديتهم.

كانت الأبجدية اليونانية هى البشير بالأبجدية السيريلية المستخدمة الآن فى الأقطار السلافيــة، وقد نقلها إلى هناك المبشرون المسيحيون من القسطنطينية. وثمة سليل آخر للكتابة اليونانية هى الإترسكية التى استخدمها سكان روما الأوائل. واختفت الكتابة الإترسكية بعد أن طَرَدَ غُزاةٌ الإترسكيين من سهل لاتيوم.

ويختلف العلماء حول ما إذا كانت الأبجدية اللاتينية التى كان يستخدمها الرومان الأقدمون مستمدة من الإترسكية أم أنها مأخوذة مباشرة من اليونانية. وعُثر على أقدم متن لاتينى معروف "صنعنى مانيوس من أجل نوميريوس" (Manius made me for Numerius) على دبوس عباءة من القرن السابع ق.م. ومع توسعات الإمبراطورية الرومانية عبر أوروبا الغربية، انتشرت معها كذلك الكتابة اللاتينية. وهى اليوم أكثر أبجديات العالم شيوعًا واستخدامًا، وهى الأبجدية التى كُتبت بها هذه المقالة [فى الأصل الإنجليزى].

التأثير

تتسم الكتابة بالصور (البكتوجرافية) بأن من الصعب تعلمها، بسبب كثرة رموزها وتعقدها. وفى المقابل نجد أن نظام الأبجديات لا يستخدم إلا بضع عشرات

من العلامات. ولما كانت تلك الرموز منظومة سويًا كي تمثل أصواتًا، لذلك فإنه حتى الكلمات الجديدة أو غير المألوفة يمكن قراءتها، بل إن الكلمات لو كتبت بصورة خاطئة فإن من الممكن عادة التعرف عليها.

وقد شجعت هذه السمات على الانتشار الجغرافى السريع لمعرفة القراءة والكتابة مع المعرفة بالأبجدية الفينيقية والكتابات المشتقة منها. وفى الأوقات التى كانت فيها الكتابات الهيروغليفية والمسمارية مهيمنة، حوالى ١٦٠٠ ق.م.، تركزت معرفة القراءة والكتابة فى دلتا النيل والهلال الخصيب ووديان أنهار السند والنهر الأصفر. وبحلول ٤٠٠ ق.م.، كان الشرق الأوسط بأكمله وحوض البحر الأبيض يجيدان القراءة والكتابة. يضاف إلى ذلك أن الأبجديات جعلت الكتابة متاحة بصورة أكبر لعموم الناس داخل كل مجتمع، بالرغم من أن النسبة العامة لمعرفة القراءة والكتابة كانت ما تزال منخفضة.

ولما كانت الأبجديات قد يسرت من الكتابة فقد شاع استخدامها. وأحيانًا كانت الهيروغليفية والمسمارية تُستَخدَم فى الأغراض الاحتفالية، مثل النقش على الآثار وللإشادة بأعمال الملك الذى وظف الكتبة. كما كانت تستعمل أيضًا فى المهام العملية مثل كتابة سجلات الجرد وغير ذلك من سجلات. وكانت أقل شيوعًا فيما عثر عليه العلماء من قصاصات الشعر والقصص والخطابات المتبادلة بين أفراد العائلات والأصدقاء.

بقيت قطعة أدبية مهمة فى شظايا مسمارية هى ملحمة جلجامش السومرية. وهى تحكى قصة طوفان قديم مشابه لذلك الطوفان الذى يظهر فى التوراة، كما تحكى أساطير تشبه بعض الأساطير اليونانية. ولعل أشهر عمل أدبى مصرى قديم هو كتاب الموتى. وهذه النوعية من النصوص عظيمة الأهمية فى مساعدتنا على فهم الحضارات وإدراك الرؤية التى كانت الشعوب التى أتت قبلنا ترى بها العالم. ومع ظهور الأبجديات ازدادت أعداد مثل تلك النصوص.

بعد ظهور الكتابة، بدأت مواد كانت تنتقل شفاهاً من جيل لجيل تُسجَّل كتابة. وحوالى ١٠٠٠ ق.م. شرع كتبة يهود فى التسجيل الكتابى لمجموعة من قصص الخلق والقواعد الدينية والتاريخ الشفهى. وأصبحت هذه الكتب الخمسة الأولى من الكتب المقدسة اليهودية، والتى تسمى التوراة، ثم تبعتها مجموعة من تعاليم الأنبياء والأمثال وغير ذلك من النصوص. وهى تشكل فى مجموعها ما يطلق عليه اليهود "التاناخ"(وهى اختصار يهودى للتوراة والأنبياء والكتابات)، وهى المعروفة عند المسيحيين باسم العهد القديم.

وكُتب العهد الجديد باليونانية بعد مرور بضع مئات من السنين على حياة يسوع. وهى تشمل الأناجيل الأربعة (وهى قصة حياة يسوع وتعاليمه وموته) وخطابات بولس إلى المجتمعات المسيحية البازغة حول البحر الأبيض. ومن الجلى أن انتشار الدين الجديد كان سيصبح أكثر بطئًا بدون ميزة الكتابة.

وكانت الكتابة مهمة أيضًا في انتشار الإسلام. فالنص الرئيسى فى الإسلام، وهو القرآن، يوقره المسلمون بوصفه "كتابة الله"، مثلما يعتبر اليهود والمسيحيون الأتقياء نصوصهم المقدسة من تأليف الرب أو بتوجيهه. ونظرًا لأن قوانين الإسلام تحرم تصوير الله أو النبى محمد (صلى الله عليه وسلم)، بل إن بعض الطوائف تحرم تصوير أى كائن حى، فقد تطور خط اليد العربى وأصبح فنًا زخرفيًا رائعًا.

وعلى الرغم من أن تلك "النصوص المؤسِّسة" للحضارات المهمة كانت دينية الطابع، فإن الكتابة لم تقتصر أهميتها على نشر الديانات فحسب وإنما لتبادل كافة أنواع الأفكار. وكان التعلم من شخص ما يستلزم الاقتراب منه، على شاكلة مقعد حول نيران المدفأة أو فى ميدان السوق أو فى قاعة مدرسة. ولكن مع ظهور الكتاب، يمكن لكلمات الشخص وأفكاره أن تنتشر إلى الآخرين الموجودين على مسافات بعيدة.

تحتفظ الكلمات المكتوبة بقوتها حتى بعد أن يموت الكاتب، وبهذا فهى تمنحه نوعًا من الخلود. ويستطيع قارئ من القرن الحادى والعشرين أن يتوجه إلى أية مكتبة عامة ويصبح فى رفقة أفلاطون أو شكسبير أو جيفرسون أو أينشتاين. غير أن كلمات المشاهير ليست هى الكلمات الوحيدة التى يُحتفظ بها. فقد مكنتنا الكتابة من سماع صوت كاتب مصرى من ٤٠٠٠ سنة مضت وهو يقول:

"هلك إنسان وصار جسمه ترابًا. وكل أقربائه تحولوا إلى تراب. إنها الكتابة هى ما تجعله يُتَذَكَّر".

شيرى تشاسين كالفو (SHERRI CHASIN CALVO)

لمزيد من القراءة

Claiborne, Robert. The Birth of Writing. New York: Time-Life Books, 1974.

Illich, Ivan, and Barry Sanders. ABC: The Alphabetization of the Popular Mind. San Francisco: North Point Press, 1988.

Jackson, Donald. The Story of Writing. New York: Taplinger, 1981.

Jean, Georges. Writing: the Story of Alphabets and Scripts. New York: Harry N. Abrams, 1992.



كتابات هيروغليفية مصرية منحوتة على الحجر

ظهور مواد الكتابة
٢٠٠٠ ق.م. إلى ٦٩٩ م

نظرة شاملة

نحن نربط اليوم بين تكنولوجيا الاتصالات والطابعات ذات السرعات الفائقة والحاسوبات الرقمية. غير أن ذلك لا يعدو كونه آخر صيحة فى منظومة من وسائل مبتكرة عديدة ابتكرها أناس بهدف تسجيل المعلومات وحفظها. ولقد كانت جدران الكهوف أقدم أسطح للكتابة، حيث رُسِمت عليها منذ ما لا يقل عن ٣٠,٠٠٠ سنة صورٌ يُعتَقَد أنها تحكى عن الصيد أو طقوس دينية عتيقة القدم، ورُسِمت بالفحم أو قطع الصلصال (وهو مزيج من الطين والماء). وأثناء السنوات الخمس وعشرين ألف التالية، صارت التقاويم وقوائم الجرد تُحفَر على العظام والحجر. فكانت التعاملات التجارية والقانونية، والنصوص الدينية، وما إلى ذلك من وثائق تُحفَر أو تُطلى على جدران الأبنية العامة والقبور.

وظهرت أول مواد أُنتِجت خصيصًا للكتابة فى حوالى الألفية الرابعة ق.م.، مع انتقالٍ مصاحبٍ من الاختزال المرئى المسمى "بكتوجراف" (pictographs) إلى الكتابة الأبجدية. وكانت النصوص إما أن تُحفَر بقلم ذى طرف مدبب أو تُرسَم بأحبار مصنوعة من الفحم الحجرى المطحون أو الحشرات والنباتات المطحونة، أو بصبغات الطين الممزوج بالماء. وبحلول الألفية الثانية ق.م. ظهر تنوع من أسطح الكتابة مستمد من موارد طبيعية محلية وشاع استخدامها فى أنحاء الإمبراطوريات التى كانت تتوسع فى أسيا والشرق الأوسط.

حفظت لنا الألواح الحجرية المحفورة الكثير من أنماط الكتابة. وأحد تلك الألواح، وهو قانون حمورابى (وهو ملك بابلى من الألفية الثانية ق.م.) هو سجل لقواعد القانون والعقاب، وحقوق المِلْكية، وواجبات أفراد الأسرة "كى تعزز من رفاهية الناس" و"تجعل العدالة تسود ...". أما حجر رشيد (ح ٢٠٠ ق.م.)، والمسمى على اسم مدينة رشيد بدلتا النيل حيث اكتُشِف، فهو بيان من كهنة منف لإعلان رضاء الآلهة عن الملك بطليموس الخامس إبيفانيس (٢٠٥-١٨٠ ق.م.) بمناسبة الذكرى التاسعة لتوليه العرش. وتكررت الرسالة بالكتابات اليونانية والديموطيقية المصرية (وأحرفها متصلة)، والهيروغليفية، وحُفر على حجر من البازلت الأسود. وأصبح حجر رشيد ثلاثى اللغات مفتاح فك شفرة الهيروغليفية فى القرن التاسع عشر. وعُثر على كتابات بالأبجدية الرونية (Runic script)، التى ربما تكون قد تطورت من الأبجدية الإترسكية فى شمال إيطاليا، محفورة على الحجر (وأيضاً على العظام والعاج)، حفرتها الشعوب الجرمانية فى شمال أوروبا وبريطانيا واسكندنافيا وإيسلاندا حوالى القرن الثانى الميلادى. وساد الظن بأن الأحجار الرونية هى الوسيلة الفعالة للكلمات السحرية القوية المحفورة عليها وليست وثائق تاريخية.

ويتوفر الصلصال بكثرة فى كل أرجاء الشرق الأوسط، وبدءاً من الألفية الرابعة ق.م. أصبح يُستخدَم فى صنع الوثائق المحمولة. ويُكتب عليه بالضغط بواسطة قلم مدبب الطرف على السطح اللين لألواح الصلصال المبلل ثم يُجفف فى الشمس. وأحياناً كانت الألواح المحتوية على تعاملات قانونية وتجارية تُغلَّف بطبقة رقيقة من الصلصال الطرى مما ينتج نسخة معكوسة من الوثيقة الأصلية. وتوضع علامات على هذه التغليفات للتعرف على محتوياتها وما ورد بها من أطراف. ثم تتم "أرشفة" هذه الحزم المجففة (أى تُبَوب وتحفظ) للعودة إليها مستقبلاً. وتزامن انتشار استخدام ألواح الصلصال مع ظهور الكتابة المسمارية (cuneiform)، وهو اسم مستمد من كلمة

cuneus اللاتينية بمعنى وتد أو إسفين. ولعل نظام الكتابة ذا الزوايا، الذى يُنسب إلى السومريين الذين غزوا بلاد الرافدين حوالى ٢٥٠٠ ق.م.، قد شاع بين الإدارات الحكومية المتوسعة لأن العلامات ذات الزوايا أسرع وأسهل فى الكتابة من الخطوط اللينة المنحنية للكتابة بالبكتوجراف. ويبقى ما يقرب عدده من ١٥ ألف وثيقة بالكتابة المسمارية على الألواح تركها الحيثيون وتغطى الفترة ما بين حوالى ١٩٠٠-١٢٠٠ ق.م. وبدأ الكتبة تدريجيًا يسجلون نظريات طبية وملاحظات علمية على ألواح الصلصال. وسجل لوح مشاهدة مذنب هالى بين ٢٢ و٢٨ سبتمبر سنة ١٦٤ ق.م. كما حُفظَتْ على الصلصال أيضًا أعمال فلسفية وتاريخية وأساطيرية. وتحوى إحداها، مكونة من ١٢ لوحًا، نسخة من "جلجامش" الملحمة الشعرية البابلية يعود تاريخها إلى حوالى ١٦٠٠-١٠٠٠ ق.م.

وكانت ألواح الشمع أقصر عمرًا وإن كانت متعددة الاستعمالات، وهى صورة قديمة من "أوراق التسويد" التى نعرفها اليوم. فكان الشمع اللين يوضع فى إطار خشبى مجوف، ويستخدم فى تسجيل المعلومات المؤقتة ثم يعاد تدويره. وكانت ألواح الشمع المفردة تُستخدَم منذ وقت مبكر فى بلاد الرافدين وبلاد اليونان وإتروريا. وفى العصر الكلاسيكى، كان التلامذة الإغريق يستخدمونها فى التدرب على دروسهم. وبحلول القرن الأول ق.م. كان الإغريق والرومان يستخدمون ألواحًا شمعية متعددة مربوطة معًا أطلقوا عليها اسم "المجلدات" (codices) من الكلمة اللاتينية codex التى تعنى "الخشب". ويرجع هذا الاسم إلى عادة قديمة لصنع أوراق الكتابة من شجيرات البتولا (birch) أو جار الماء (alder). وبدءًا من حوالى ٣٠٠ ق.م. بدأ هنود أمريكا الوسطى يستخدمون الخشب أيضًا، وكانوا يسحقون اللحاء الداخلى لأشجار اللبخ ويغطونه بطبقة رقيقة من الجص الممزوج بالليمون لكى يصنعوا منه كتبًا مطوية.

وفيما بين حوالى ٣١٠٠-٢٩٠٠ ق.م.، شرع المصريون فى صناعة مادة للكتابة من نبات "سيبيروس بابيروس" (Cyperus papyrus)، وهو نوع من البوص طويل ومثلث

الشكل، كان ينمو بغزارة على ضفاف نهر النيل، رغم أنه قد انقرض الآن. وقد اشتُقت كلمة "paper" (أوراق) من "papyrus" بمعنى "ذلك الذى ينتمى إلى البيت" (أى الحكومة المصرية القديمة). وكان يُصنَع بإزالة القشرة ثم يُشق اللُّب اللين الداخلى إلى شرائح، يتم دقها فى طبقتين متعامدتين حتى تتكون منهما ورقة من طبقتين. بعد ذلك تُغسل الأوراق وتُجفف وتُلصق سويًا مكونة لفائف تُلَف حول محور دوران ليمنعها من التقوس. ووصل طول عديد من الوثائق إلى ما يربو على عشرة أمتار؛ وبقى قليل منها يصل طوله إلى ثلاثين مترًا. والكتابة عادة ما كانت على السطح الداخلى على الجانب الأفقى، ولكن عُثر على بعض بقايا البردى بها كتابات على الوجهين. وكان السطح المصقول قابلاً للغسل مما يجعله واحدًا من أقدم أمثلة التدوير، ولم تكن إعادة استخدامه مقتصرة على الكتابة، بل كان يُستخدم أيضًا فى التغليف فى عملية التحنيط.

ويرجع تاريخ أقدم لفافة بردى عُثر عليها إلى حوالى ٢٤٠٠ ق.م. ومن بين أهم البرديات المصرية التى عُثر عليها نسخٌ من "كتاب الموتى"، الذى كان يُدفن مع علية القوم لتأكيد نجاح رحلتهم إلى الحياة الآخرة. وبحلول حوالى ٦٥٠ ق.م. وصلت أول لفائف البردى إلى بلاد اليونان، غير أن غالبية البرديات التى عاشت أتت من الشرق الأوسط حيث الطقس أكثر جفافًا. ولقد كان البردى مادة الكتابة الرئيسية بين الإغريق والرومان بدءًا من القرن الثالث ق.م. إلى ما بعد الغزو العربى لمصر فى ٦٤١ م. وقد وصلت الكتب المجمعة من أوراق البردى إلى روما فى القرن الأول الميلادى. وظل البردى مستخدمًا فى كل أنحاء الشرق الأوسط حتى قرابة القرن الحادى عشر عندما أدت منافسة الورق الأرخص ثمنًا المصنوع من خرق القماش والإفراط فى استخدام نبات البردى إلى توقف إنتاجه توقفًا تامًا.

كما استُخدِمت الجلود المدبوغة أيضًا على نطاق واسع فى كل أرجاء العالم القديم. وكتب العديد من وثائق البحر الميت (التى يُعتقَد أن جماعة من النساك كتبتها حوالى القرن الثانى ق.م.) على جلد رقيق يميل لونه إلى البياض. واستمر استخدام

الجلود لكتابة الوثائق فى الإمبراطورية الرومانية حتى القرن الأول الميلادى، ولكن الرق والبرشمان حلا تدريجيًا محل الجلود، وهما أرق منها وأكثر تنوعًا فى الاستخدام. ومن الناحية التقنية، يُصنع الرق (vellum) من جلود صغار الحيوانات بينما يُصنع البرشمان (parchment) من جلود كبارها، رغم أن المصطلحين صارا يُستخدمان بصورة تبادلية. ويتم إنتاجهما بنقع الجلود فى الجير، ثم تُشد على إطار إلى أن تجف. ثم يُكشَط الشعر من عليها، ويتم تنعيم السطح بحجر الخفاف. ورغم ذلك الإعداد المجهد إلا أن الرق والبرشمان كانا أقل تكلفة من البردى والحرير المستوردين؛ لإمكانية إنتاجهما محليًا من الحيوانات المحلية. ورغم أنهما كانا يُستخدَمان فى بادئ الأمر لإنتاج لفائف، إلا أن الجلود فى النهاية صارت تُقَطَّع إلى أوراق كبيرة مستطيلة وموحدة المساحات، ثم تُطوى وتُخاط فى صورة الكتب التى نعرفها اليوم. وعلى هذه الصورة جرى إنتاج العديد من الكتب الدينية والمخطوطات العلمانية (الدنيوية) القروسطية - مثل "بوولف" (Beowulf) (وهى قصيدة ملحمية أنجلوسكسونية) التى ظهرت حوالى ١٠٠٠ م. وبحلول القرن الخامس عشر تدهورت أحوال الكتب المصنوعة من البرشمان بسبب التوافق الأفضل بين الورق الأرخص المصنوع من الخِرق مع آلة الطباعة.

وبحلول القرن الخامس ق.م. كان الصينيون يكتبون على شرائح الخيزران المصنعة فى لفائف. ثم حلت محلها لفائف الحرير، وهو مادة كانت تُستخدم فى صنع الثياب منذ زمن بعيد يعود إلى الألفية الثالثة ق.م. فكانت شرانق دودة "بومبكس مورى" (Bombyx mori) يتم تحميصها لقتل الدودة، ثم توضع فى ماء ساخن لفك التصاقات الألياف. ثم تُلف الخيوط، التى يصل طولها إلى مئات الأمتار، حول مِغزل ثم يتم نسجها فى أثواب طويلة. وظلت الوثائق الرسمية والصور تُكتَب على لفائف الحرير فى الصين لعدة قرون. وانتقل إنتاج الحرير إلى كوريا على يد المهاجرين الصينيين بحلول ٢٠٠م، وإلى الهند بحلول ٣٠٠م وإلى الإمبراطورية البيزنطية فى القرن السادس الميلادي. غير أن الحرير استمر باهظ الثمن حتى مع إنتاجه محليًا. وبناء على ذلك، ابتكر الحِرفيون طرقًا أخرى لإنتاج أسطح مرنة للكتابة.

ويُنسَب اختراع صناعة الورق من الخِرق إلى تساى لون، الذى كان مديراً للورش الإمبراطورية الصينية فى أواخر عصر أسرة هان (٢٠٢ ق.م.-٢٢٠م). ويشاع أنه شرح للإمبراطور طريقته لصناعة الورق حوالى ١٠٤-١٠٥م، رغم أن صناعة الورق ربما تكون قد بدأت فى الصين قبل ذلك بمائتى عام.

كان الورق يُصنع بنقع القنب فى الماء، مع سحق الألياف بمطرقة، ثم وضع اللباب الناتج فى قالب مصنوع من قماش خشن يمتد على إطار من الخيزران. ومع تسرب الماء من خلال الإطار تتحول الألياف المتشابكة إلى أفرخ. وربما كان تساى لون يضيف موادٌ أخرى مثل ثمر التوت والخِرق إلى المزيج. وبمرور الوقت، أدخل الصينيون تحسينات أخرى منها إضافة النشا للصقل وصبغة صفراء لطرد الحشرات. وتحسن الوقت اللازم للإنتاج بابتكار غطاء للإطار مصنوع من شرائح رقيقة من الخيزران المستدير مربوطة سويًا مما سَهَّل إخراج أفرخ مفردة مع إعادة ملء الإطار فى الحال.

أسهمت صناعة الورق فى إدخال تحسينات على الطباعة بالكتل الخشبية فى الصين. وبحلول القرن الثانى الميلادى استُخدِم الورق فى نَسخ نُسخ من الوثائق الحجرية الأصلية مثل كلاسيكيات الديانة الكنفوشيوسية، بعد طلائها بالحبر الأسود مما يعطى صورة معكوسة. وأوحى ذلك بصنع نسخ بالطباعة من كتل خشبية، وهى طريقة أقل تكلفة وأكثر قابلية للحمل، وكان ذلك ابتكارًا استُخدِم فى الغرب حتى اختراع الطباعة بالحروف المتحركة. ووصلت تقنيات صناعة الورق إلى كوريا فى القرن السادس الميلادى، حيث تعدلت التركيبة بإضافة ألياف مثل الأرز والقش والأعشاب البحرية ونبات الروطان [أسل الهند] . ويُعزى انتقال صناعة الورق إلى اليابان إلى راهب كورى يدعى دونكو. وبعد ذلك أدخلها العرب إلى الهند بعد أن تعلموها من الأسرى من الحِرفيين الصينيين فى القرن الثامن.

التأثير

تدين تكنولوجيا الاتصالات الحديثة بالفضل لصناعة الورق مثلما تدين به لاختراع الطباعة بالحروف المتحركة فى القرن الخامس عشر والثورة الرقمية فى أخريات القرن العشرين. والورع الدينى مسئول إلى حد كبير عن الإنتاج الواسع النطاق للورق. وكانت مزاولة البوذيين لصنع نسخ عديدة من النصوص المقدسة والصلوات عاملاً أساسيًا فى الانتشار الأول لصناعة الورق فى الصين. وكانت الغالبية الساحقة من الكتب الخمسة عشر ألفًا التى عثر عليها فى كهف الألف بوذا سنة ١٩٠٦ مصنوعة من الورق. ورغم أن الفاتيكان ظل يستخدم البردى حتى القرن الحادى عشر، إلا أن صناعة الورق انتشرت فى كل أنحاء أوروبا المسيحية فيما بين ١١٥٠-١٣٩٠م. وكان من بين ما شجع جوتنبرج على أن يتخذ من الطباعة مهنة فرصة، أن يضخ فى الأسواق الأعمال الدينية وصكوك الغفران التى كانت الكنيسة تبيعها. فقد صار فى الإمكان صناعة نسخ متعددة منخفضة التكلفة وبسرعة على الورق وبواسطة آلة الطباعة؛ وباختراعه للحروف المتحركة أصبح فى الإمكان إعادة تجهيز الطابعة بطريقة أسرع نسبيًا. ولعلمه بأنه لن يستطيع أن يبيع إلا القليل من نسخ الإنجيل على البرشمان المرتفع الثمن فقد طبع حوالى ٨٠ ٪ منها على الورق.

كما أصبح فى الإمكان أيضًا توزيع الكتب والنشرات والملصقات السياسية والثورية الزهيدة التكلفة. وعلى الرغم من أن أصول المخطوطات المهمة استمرت تُطبع على الرق حتى القرن التاسع عشر، إلا أن الورق كان أساسيًا فى كل الأروقة البيروقراطية الرئيسية فى أوروبا مع ظهور حركة الإصلاح الدينى. ولبى إنتاج الورق الزهيد بواسطة قوة البخار فى القرن التاسع عشر الطلب المتزايد على مواد القراءة العامة مثل الصحف والمجلات وكتب الأطفال والروايات. ولعبت الكتب العلمية والدينية والمدرسية الرخيصة دورًا مهمًا فى التعليم والحياة الدينية للطبقات العاملة والمتوسطة.

ومنذ أقدم العصور، انشغل الناس بتنظيم الوثائق والمحافظة عليها. ووُجدت المكتبات العامة فى الصين وسومر وأكاد فى الألفية الثانية ق.م. وجمع الملك الأشورى أشوربانيبال (٦٦٨-٦٢٧ ق.م.) مكتبة من ألواح الصلصال فى نينوى أثناء فترة حكمه. وبحلول القرن الثالث ق.م. أصبح الحفاظ على الفلسفة والتاريخ والشعر وغيرها من فنون الأدب من الأمور ذات الأهمية القصوى، حتى أن الملك بطليموس الأول استأجر الخطيب الإغريقى دمتريوس فالريوس (Demetrios Phalereus) ليجمع كل أعمال العالم الأدبية لمكتبته فى الإسكندرية. وعلى شاكلة أقراص الدعم الرقمية اليوم، نجد أن كثيراً من الوثائق التى بقيت كانت نسخًا من الأصول كُتبت للحفاظ على معلومات مهمة، وكان لذلك أسباب وجيهة، وهى أن آلاف النصوص فى المكتبة السكندرية سقطت مرتين فريسة للنيران التى أشعلها الغزاة.

ومن سوء الحظ أن الأعمال المكتوبة دائمًا ما تكون عرضة للدمار من جانب الحشرات والهوام وتلوث الهواء والفيضانات والحريق والأفعال المقصودة وغير المقصودة. ودُمرت أعمال توراتية، تم نسخها بعناية على البرشمان للاحتفاظ بها فى الأديرة فى كل أرجاء أوروبا القروسطية، دمرتها الحرائق والفئران والحشرات التى التهمت البرشمان والحبر والغراء. بل إن استخدام الورق فى نسخ الوثائق خلق المزيد من المشاكل لحَفظة الوثائق فى السنوات الحديثة. وتدهور العديد من الوثائق الورقية المطبوعة على ورق منخفض المحتوى من الخِرق ومعالج كيميائيًا بصورة أسرع من كتب البرشمان. ولحين إحياء الورق الخالى من الأحماض وحاويات التخزين فى أواخر القرن العشرين، دُمرت وثائق ثمينة نتيجة الإفراط فى التناول وسوء التخزين واستخدام أحبار مشتقة من مواد بترولية بل حتى نتيجة لتركيبتها الكيماوية.

واليوم، تُحفظ الوثائق القديمة بطريقة المسح الرقمي. كما أن إنشاء النصوص الإلكترونية قد يسهم فى إبطاء تناقص الأشجار المستخدمة فى لب الورق، وبهذا قد نتجنب مصير نبات البردى المصرى.

ليزا نوكس (LISA NOCKS)

لمزيد من القراءة

Allman, William F. "The Dawn of Creativity." U. S. News and World Report. (May 20, 1996): 53-58.

Ashmore, Wendy, and Robert J. Sharer. Discovering Our Past: A Brief Introduction to Archeology. Mountain View, CA.: Mayfield, 1988.

Ceran, C. W. Gods, Graves and Scholars. 2nd. rev. ed. New York: Vintage-Random House, 1986.

Dawson, Raymond. The Chinese Experience. London: Phoenix, 1978.

Duke University Special Collections Library. Duke Papyrus Archive. http:// scriptorium.lib.duke.edu/papyrus/.

Eisenstein, Elizabeth. The Printing Revolution in Early Modern Europe. New York/ Cambridge: Cambridge University Press, 1983.

Institute of Paper Science and Technology. "The Invention of Paper: The Birth of Papermaking." www.ipst.edu/ amp/museum_invention_paper.htm.

Olmert, Michael. The Smithsonian Book of Books. Washington, D.C.: Smithsonian, 1992.

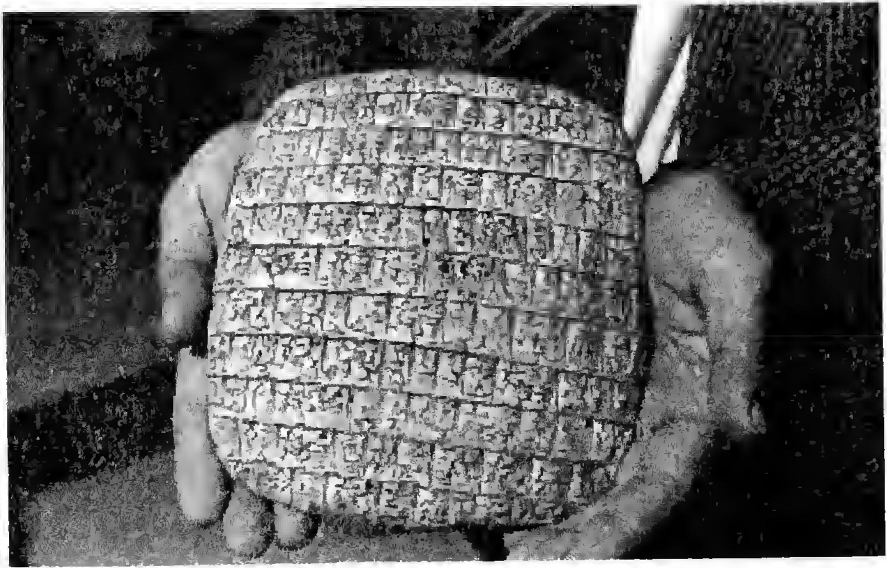
Posner, Ernst. Archives in the Ancient World. Cambridge, MA.: Harvard University Press, 1972.

Sullivan, Michael. The Arts of China. Berkeley: University of California Press,1999.

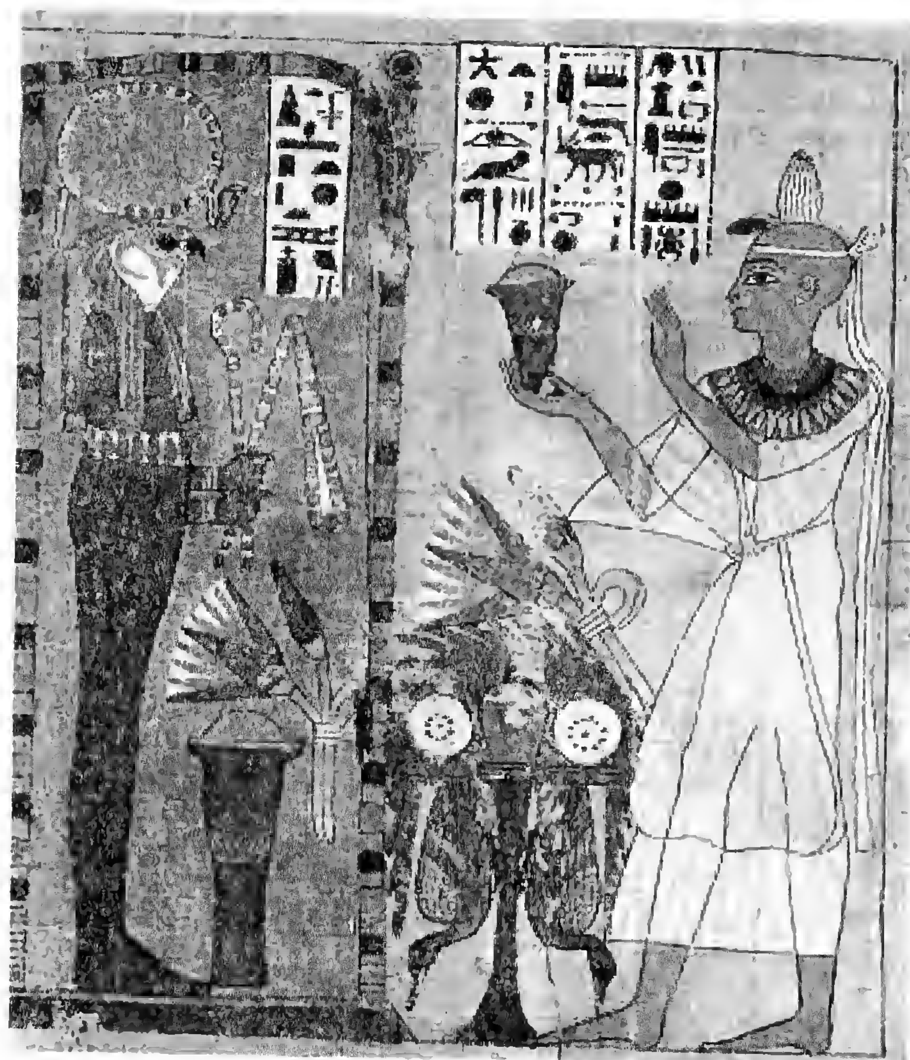
University Libraries, University of Iowa. Keeping Our Word: Preserving Information across the Ages. "The First Books." www.lib.uiowa.edu/ref/exhibit/book1. htm.

University Libraries, University of Iowa. Keeping Our Word: Preserving Information across the Ages. "Vellum." http://www.lib.uiowa.edu/ref/exhibit/vellum.htm.

White, J. E. Manchip. Ancient Egypt: Its Culture and Heritage. New York: Dover, 1970.



كتابات مسمارية على لوح من الصلصال



بردية جنائزية تبين هبات يقدمها الشخص المتوفى إلى الإله حورس

نشأة المكتبات فى العالم القديم

نظرة شاملة

المكتبات هى مؤسسات مخصصة لحفظ السجلات والمواد المكتوبة والأساطير والأدب. وهى تحافظ على تاريخ الزمان والمكان وكذلك الأنشطة الفكرية والمكتشفات والأفكار المبتكرة فى ثقافة ما. وشملت أول مكتبات فى العالم الغربى مجموعات أدبية وتعليقات وسجلات وتخمينات بشأن الكيفية التى يسير بها العالم. كما شجع الكثير من تلك المؤسسات على البحث العلمى والأفكار الجديدة والوسائل المبتكرة لفهم العالم.

الخلفية

لم تكن المكتبات أمرًا متصورًا حتى اختُرِعت الكتابة منذ ما بين ٥٥٠٠ و٦٠٠٠ سنة مضت فى بلاد الرافدين ومصر. وابتكر المينُويون فى كريت كتابات أخرى منذ ما يقارب ٥٠٠٠ سنة، وكذلك فعل الحيثيون فى الأناضول (تركيا الحديثة) منذ حوالى ٤٠٠٠ سنة، والصينيون منذ حوالى ٢٥٠٠ سنة.

وقد ابتكر السومريون فى بلاد الرافدين أول نظام للكتابة. فقد عثروا على ضفاف الأنهار على كل من الصلصال والبوص، وبالضغط بطرف بوصة على الصلصال الطرى تنتج علامة مميزة تبقى بعد أن يجف الصلصال. وكانت الكتابة السومرية، ويُطلق عليها الكتابة المسمارية أو الوتدية؛ لأن البوص له ثلاثة جوانب تقريبًا مثل الوتد. وكانت

الكتابة المصرية، ويُطلق عليها الهيروغليفية، تتم بغمس القلم فى الحبر. ثم يُضغط القلم على سطح مستوٍ مصنوع من البردى الذى كان ينمو على المستنقعات على ضفاف نهر النيل. وكانت ألواح البردى تُصنع من سيقان النبات التى تُقَطَّع إلى شرائح، وتُضغَط حتى تصير مستوية مكونة لفائف طويلة تصلح للكتابة عليها. وتطورت كلٌ من المسمارية والهيروغليفية من صورٍ سرعان ما تحولت إلى رموز بواسطة الكتبة الذين هذبوا اللغة. ومع زيادة أعداد السجلات نشأت الحاجة إلى أماكن لتخزينها وحفظها حتى يمكن الرجوع إليها عند الحاجة.

ولا يكاد يكون معروفًا سوى النــزر اليسير عن أقدم المكتبات، فلم يبق منها إلا القليل. وتدهورت أحوال بعض الأعمال المكتوبة لأنها سُجلت على أسطح قابلة للتلف، ودُمرت بعض المكتبات على يد غزاة، وتوقف استخدام بعضها الآخر عندما لم يبق على قيد الحياة من يستطيع قراءة محتوياتها.

كانت أول وأضخم مكتبة بقيت منها بقايا ملموسة هى مكتبة نينوى عاصمة آشور (وهى إمبراطورية تقع فيما هو اليوم شمال العراق وجنوب شرق تركيا)، التى بقيت من حوالى ٥٠٠٠ ق.م. إلى ٦١٢ ق.م. وكان آشوربانيبال آخر حكام آشور وأقوى رجل فى العالم فى القرن السابع ق.م.، كان مقاتلاً شرسًا، وحكم بابل وآشور وبلاد فارس ومصر. وكان عالمًا وراعيًا للفنون وأنشأ مكتبة ضخمة فى قصره فى نينوى. وأصدر أوامره إلى رعاياه بأن يجمعوا النصوص من كل أنحاء مملكته. وانتهى الأمر بأن صارت مكتبته تحوى ألواحًا عليها تفاصيل تاريخ بلاد الرافدين القديمة وثقافتها، وكذلك كل ما كان معروفًا فى الكيمياء والنبات والرياضيات وعلوم الكون. ونحن لا نعلم إلا أقل القليل عن الأنشطة التى كانت تتم فى مكتبة نينوى، ولكنها ربما كانت تدور حول جمع المواد المتاحة ونسخها وترجمتها واستنساخها. وبعد مرور أربعة عشر عامًا على وفاة آشوربانيبال اجْتِيحَتْ نينوى ودُمرت المكتبة.

وكان بمصر مكتبتان، واحدة فى العمارنة فى القرن الرابع عشر ق.م. والأخرى فى طيبة، غير أنه لم يتبق أى شىء منهما. وأهم مكتبة فى العالم القديم كانت فى

الإسكندرية، وهى مدينة فى دلتا النيل أنشأها الإسكندر الأكبر (٣٥٦-٣٢٣ ق.م.) سنة ٣٣٢ ق.م. وكانت المكتبة جزءًا من مؤسسة تعليمية تسمى متحف الإسكندرية، أنشأه ورعاه حكام مصر بدءًا من القرن الثالث ق.م. وكان الغرض من المتحف تدريس العلم وممارسة البحث العلمى، وأُنشئت المكتبة لمساندة تلك الجهود.

وثمة الكثير مما هو معلوم عن أنشطة مكتبة الإسكندرية. فكان أمناء المكتبة يشترون اللفائف من المكتبات الخاصة للعلماء والجامعين فى أثينا وغيرها من المدن، وينسخونها ويخزنونها فى الإسكندرية. ويُعتَقَد أن المكتبة كانت تحوى نسخًا من كل اللفائف الموجودة فى منطقة البحر الأبيض، وكانت كل اللفائف متاحة أمام علماء المتحف. وفى أوج أيام المكتبة، كان يعمل بها مائة عالم على الأقل فى وقت واحد يجرون الأبحاث فيها أو يُلقون الدروس فى المتحف. وأجرى بعضهم أبحاثًا أصيلة فى نوع من المعامل البحثية المبكرة، بينما كتب آخرون تعليقات على أعمال غيرهم من العلماء.

وعمل لفيف من أنصع عقول العالم القديم فى متحف الإسكندرية ومكتبتها أو قاموا بالتدريس فيها. وأصبح إراسستراتوس (Erasistratus)، وهو إغريقى عاش من ٣٢٥ إلى ٢٥٠ ق.م.، مساعدًا لهيروفيلوس (Herophilus)، مؤسس مدرسة التشريح فى الإسكندرية. وكان هيروفيلوس من أوائل المشرحين الذين فحصوا الأجساد البشرية بعد الموت. ويُنسب إليه أنه أول من فرَّق بين الأعصاب الحركية والحسية. كما تتبع الأوردة والشرايين إلى القلب وأطلق أسماءً على القصبة الهوائية وصمام القلب ثلاثى الشرفات. ولم يتبقَّ شىء من أعمال أى من الرجلين، ولكن أفكارهما عاشت فى شذرات أشار إليها آخرون.

وكان إقليدس، الرياضياتى الإغريقى الذى كان يُطلق عليه "أبو الهندسة"، كان يلقى الدروس فى متحف الإسكندرية حوالى ٣٠٠ ق.م. وكان بطليموس الأول ملك مصر قد دعاه ليعمل هناك. وتأثر بتعاليم إقليدس العديد من علماء العالم القديم. وكان لكتاب "المبادئ"، الذى كتب إقليدس أغلب أقسامه، أعمق الأثر على الفكر العلمى

فى مجاله أكثر من أى كتاب آخر. فقد جمع ونَظَّم فيه كل المعارف المعروفة أيام إقليدس والخاصة بالفروع المختلفة للرياضيات، وبخاصة الهندسة، وتشمل البرهان الشهير لنظرية فيثاغورس.

وكان أرشميدس، أعظم مفكر رياضياتى مبدع فى العالم القديم، كان أيضًا مهندسًا ومخترعًا وفيزيائيًا. ويُعتقد أن أرشميدس تعلم فى متحف الإسكندرية حوالى ٢٦٠ ق.م.، رغم أنه أجرى غالبية أبحاثه التالية فى مسقط رأسه سيراكيوز بجزيرة صقلية. اكتشف أرشميدس القوانين الأساسية لعلوم الهيدروستاتيكا (دراسة السوائل)، والهندسة والرياضيات، واخترع العديد من الأجهزة التى استمر استخدامها لسنوات، منها لولب أرشميدس لرفع المياه (الطنبور).

وكان إيراتوستنيز أول من نجح فى حساب طول محيط الأرض، وكان أمينًا لمكتبة الإسكندرية بدءًا من حوالى ٢٥٠ ق.م. فقد كان يدرك أن الأرض كروية وأن الشمس لا تكاد تلقى ظلاً عند خط الاستواء وقت الظهيرة. ولكى يحسب المحيط القطبى للأرض وضع عصاتين فى الشمال والجنوب بينهما مسافة قام بقياسها، وحسب الفرق فى زاوية الظل الذى تلقيه الشمس عند كل عصا فى نفس الوقت. وكانت النتيجة التى توصل إليها مقاربة بشكل مثير للإعجاب للرقم الحقيقى. كما ابتكر أيضًا طريقة للتوصل إلى الأرقام الأولية تسمى "غربال إيراتوستنيز".

كما دَرَس أيضًا فى الإسكندرية بطليموس، أعظم فلكى فى القرن الثانى الميلادى، حيث أجرى أبحاثًا فى الرياضيات والجغرافيا. وجُمعت أفكاره الفلكية ونُشرت فى كتاب "المجسطى"، الذى ظل المرجعية النهائية فى الفلك حتى القرن السادس عشر.

وكانت هيباتيا من أكثر العلماء المتصلين بمكتبة الإسكندرية إثارة للاهتمام، وهى ابنة لرياضياتى إغريقى وآخر مدير للمتحف. ولدت هيباتيا سنة ٣٧٠م وكانت أول امرأة تدلى بإسهامات فى تطور الرياضيات. ودرست الرياضيات وألقت فيها

المحاضرات وكذلك فى الفلسفة. ولم يتبق شىء من أعمالها، ولكن ذكرها جاء فى أعمال لاحقة. وكانت رائدة لأفكار جديدة فى الفلسفة وكتبت تعليقات مسهبة فى الرياضيات، وإن كان ليس ثمة من دليل على أنها قامت بأعمال إبداعية أصيلة. وبوصفها فيلسوفة وثنية، جلبت على نفسها عداء أعضاء جماعة مسيحية متعصبة وقتلها الغوغاء سنة ٤١٥م. وكان لهيباتيا دور محورى فى الحفاظ على الأعمال القديمة فى الرياضيات والفلسفة الموجودة الآن.

دُمرت أبنية المتحف والمكتبة فى الإسكندرية فى الحرب الأهلية التى نشبت فى نهايات القرن الثالث الميلادى، كما دمر المسيحيون سنة ٣٩١ فرعًا للمكتبة فى معبد سيرابيس.

التأثير

أسدى جمع الأعمال الأدبية والتاريخية والحفاظ عليها فى المكتبات العظيمة فى العالم القديم خدمات جليلة للأجيال اللاحقة، فقد أصبحت تلك الأعمال أساس معارفنا عن الحضارات البائدة.

وعندما دُمِّرت مدينة نينوى، دُفِنت مكتبة آشوربانيبال تحت الأنقاض وضاع موقعها. غير أنه عندما أُعيد اكتشاف المكتبة فى خمسينيات القرن التاسع عشر، عُثر على العديد من ألواح الصلصال تحت أطلال المكتبة وكانت فى حالة قابلة للقراءة لأن الصلصال أُحرِق مع الحريق الذى شب فى المدينة. وحوت بعض تلك الألواح نصوص قوانين، منها قانون حمورابى من القرن الثامن عشر ق.م. وأُخِذ ما يقرب من ٢٠٧٠٠ لوحًا وفتات الألواح إلى إنجلترا، وبعضها معروض فى المتحف البريطانى بلندن. ومن تلك الألواح الصلصالية حصل العلماء المحدثون على الجانب الأعظم مما هو معروف اليوم عن علوم بابل وأشور وتاريخهما وآدابهما. ولولا مكتبة

آشوربانيبال لما كنا عرفنا اليوم سوى أقل القليل عن معارف الآشوريين عن حركات الشمس والقمر والكواكب والنجوم. وكذلك لما عاشت الملاحم المهمة لبلاد لرافدين مثل قصة جلجامش.

ويبدو جليًا، من تنوع هؤلاء العلماء الذين كانوا يدرسون ويُعَلِّمون فى المتحف والمكتبة أو يعملون فيهما فى الإسكندرية، أن تلك المؤسسات كانت ذات أهمية قصوى فى المعرفة وثقافة العالم القديم لقرون، وأنها نشرت المعارف فى كل أرجاء البحر الأبيض. وصار العديد من الكتب التى كتبها أولئك العلماء مراجع ذات تأثير فى مجالات علمية معينة. ولولا المتحف والمكتبة فى الإسكندرية، لكانت معارفنا اليوم عن العالم الذى منه تطورت حضارتنا وعلومنا أقل بكثير.

ليندال بيكر لانداور (LYNDALL BAKER LANDAUER)

لمزيد من القراءة

Clagett, Marshall. Greek Science in Antiquity. New York: MacMillan Publishing Co, 1955.

Frankfurt, Henry. The Birth of Civilization in the Near East.

Bloomington, IN: Indiana University Press, 1950.

Woolley, Leonard. The Sumerians. New York: W. W. Norton & Co., Inc. 1965.



قاعة فى مكتبة الإسكندرية القديمة

نشأة الطباعة على الكتل الخشبية فى الصين

نظرة شاملة

قبل قرون عديدة من اختراع الآلة المطبعة فى أوروبا، ابتكر الصينيون نوعًا من الطباعة يستخدم كتلاً من الخشب المحفور. ومهد الطريق إلى ذلك اختراعان سابقان للصينيين، هما اختراع الورق والحبر، وكذلك أيضًا كان استخدام الأختام المنحوتة الذى يرجع تاريخها إلى الحضارات المبكرة لبلاد الرافدين. أما الطباعة على الكتل الخشبية فقد ظهرت خارج الصين أيضًا، حيث استخدمها النساجون فى رسم أشكال على الأقمشة، ولكن تقنية طبع كم كبير من النصوص باستخدام الكتل الخشبية ظهرت إلى الوجود لأول مرة فى الصين فى القرن السابع الميلادى. وبمرور الوقت، أفرخ ذلك ابتكارًا أدى، بعد أن تعدل فى الغرب، إلى أن المجتمع تبدل حاله حرفيًا، وهو الطباعة بالحروف المتحركة.

الخلفية

تم اختراع الكتابة ذاتها قبل زمن طويل من اختراع الورق والطباعة، ويبدو أن ذلك قد حدث بصورة مستقلة فى كل من سومر ومصر ووادى نهر السند والصين، منذ حوالى ٦٠٠٠ سنة. كان ذلك واحدًا من التطورات البارزة تجاه بدايات الحضارة نفسها؛ لأن انتقال الأفكار أمر ضرورى لنشر التعلم. وحفر المصريون هيروغليفيتهم على الحجر، ولكن السومريين، وكانوا يفتقرون إلى الأحجار فى بلادهم، استخدموا بدلاً منه كتل الصلصال. ولم يكتفوا بالكتابة على الصلصال مستخدمين قلمًا، وإنما بدأ

كتبة الحضارات المبكرة لبلاد الرافدين يستخدمون أختامًا منحوتة لتكرار صور بعينها، وبخاصة "توقيع" حاكم من الحكام.

وظهرت الكلمة المكتوبة في الصين لأول مرة على العظام أو الأصداف. ومع تطور التكنولوجيا، أصبحت الأحجار والمصنوعات البرونزية المادة المفضلة للكتابة. وظهرت الأختام في الصين لأول مرة في عهد أسرة تشو (١٠٢٧-٢٤٦ ق.م.)، عندما كلف الحكام والنبلاء الحرفيين بأن يصنعوها من حجر اليشم الكريم أو حتى على قرون وحيد القرن وكذلك النحاس. وكان الختم يُطبع على مواد متنوعة باستخدام نوع بدائي من الحبر. أما عن الحبر نفسه، فلعله أتى في الأساس من مواد حيوانية ونباتية مختلفة، لكن الصينيين بمرور الوقت اكتشفوا مادة أكثر ثباتًا. وأتت هذه المادة من المخلفات السوداء مثل الكريوسوت[1]، التي يخلفها إحراق الأخشاب وزيت المصابيح، وبعد ذلك، عندما انتقل الاختراع إلى الغرب، أصبح يُطلق عليه خطأً "الحبر الهندي" [2].

وهكذا وُلِدت العناصر الأربعة للاتصالات الكتابية: النصوص ذاتها (الكتابة)؛ والمواد التي تُطبع عليها الكلمات أو الرموز (وهي الصلصال وكل ما عداه من أسلاف الورق)؛ والوسيلة التي تجعل النصوص أو الرموز مرئية (الحبر)؛ وتقنية نقل الحبر إلى اللوح وهي الختم. وفي عهد أسرة تشو تطور ثاني تلك العناصر إلى أنواع أكثر قابلية للاستخدام، وهي الحرير وشرائط الخيزران أو الخشب المسطحة، التي إن خيطت سويًا تُكَوِّن نوعًا من اللفائف.

كانت اللفائف أو "الكتب" الصينية الأولى تنزع لأن تكون ثقيلة وغير عملية، فقد قيل إن شخصًا متعلمًا من أسرة هان (٢٠٧ق.م.-٢٢٠م) قدم إلى الإمبراطور سلسلة

---

(١) سائل زيتي القوام يُستحضر بتقطير القطران . (المترجم) .

(٢) ولكنه يسمى في مصر " الحبر الشيني" أي الصيني . (المترجم).

من الاقتراحات المكتوبة، كتبها على ما يقرب من ٣٠٠٠ من شرائط البامبو واحتاج الأمر لرجلين أشداء ليحملوها. ولهذا كان اختراع تساى لون أو تساى-لونج (ح ٤٨-١١٨م) فى حوالى ١٠٥م يمثل ابتكارًا خطيرًا وهامًا. وكان هذا الورق المبكر مصنوعًا من القنب وألياف لحاء الأشجار وقطع القماش بل حتى من شباك الصيد، وبمرور الزمن أتقن صناع الورق الصينيون الصنعة. وفى النهاية انتقلت صناعة الورق إلى جنوب شرق أسيا وكوريا، وبحلول منتصف القرن الثامن الميلادى ظهر فى الحضارات العربية فى الشرق الأدنى.

وفى نفس الوقت، استمرت صناعة الأختام فى التطور أيضًا. وكان هناك نوعان من الأختام: النحت البارز والنقش الغائر. ويعنى النوع الأول إزالة كل ما يحيط بما يُكَوِّن صورة معكوسة للرمز المطلوب طبعه، بينما يتضمن النوع الثانى عكس تلك العملية، بمعنى حفر الصورة المعكوسة داخل المادة. ويُستخدَم النوع الأول فى صنع طباعة سوداء اللون على خلفية بيضاء، بينما فى النوع الثانى تكون كل المساحة حول الحروف مغطاة بالحبر بينما تبقى الأحرف بيضاء.

التأثير

باجتماع التحسينات فى تقنيات صناعة الأختام مع ظهور الورق، تمهد الطريق أمام الطباعة بالكتل الخشبية. ثم حدث فى القرن السابع أن ظهر العنصر الحاسم، وهو الحاجة إلى إنتاج النصوص بكميات كبيرة. وظهر ذلك بين الرهبان البوذيين، الذين كانوا فى حاجة إلى نسخ كثيرة من "السوترا" أو كتاباتهم المقدسة. وفى الحقيقة، كان احتياجهم إلى نشر المعلومات أكبر من قدراتهم على إنتاج النسخ يدويًا.

ووضح أن الحل يكمن فى الطباعة على كتل خشبية، ويشمل إدخال تحسينات على الطريقة الأقدم للطباعة بالأختام. ولكى يطبع نصوصًا بطريقة الطباعة على

الكتل الخشبية كان الراهب يكتب النص المطلوب طباعته بالحبر على صحيفة من الورق الرقيق، ثم يغطى كتلة من الخشب بمعجون الأرز، وبعناية يلصق السطح المكتوب عليه من الورق بالكتلة الخشبية. وكان للمعجون درجة لزوجة معينة تسمح بألا يلتصق من الورقة إلا الجزء المطلي بالحبر فقط تاركًا صورة معكوسة على الكتلة الخشبية، مما يتيح لحفارٍ أن يزيل المساحات الخالية من الحبر فيتبقى النص وحده بارزًا.

ثم يأتي الطابع ويستخدم فرشاة لتحبير كتلة الخشب المحفورة، وقبل أن يجف المداد يفرد فوقها صحيفة من الورق. ثم يدعك بفرشاة على ظهر الصحيفة، فينطبع المداد على الورقة. ولما كانت ثمة حاجة إلى طبع قوى على الورق فقد اقتضى ذلك الاكتفاء بالطبع على سطح واحد فقط من الورقة، وإلا تعذرت قراءة النص. وبالرغم من تلك العقبة، وكذلك عقبة أن الحفر على الخشب يتطلب جهداً شاقًا، إلا أن الطريقة الجديدة مثلت تحسينات هائلة على ما سبقها من وسائل لانتقال النصوص. فعوضاً عن الحاجة لمجهود رهبان عديدين لشهور أو سنين، صار إنتاج نص واحد لا يستغرق أكثر من عدة أسابيع، ويمكن توزيع العمل الناتج على مئات أو آلاف الرهبان. ولهذا، بحلول سنة ١٠٠٠، كان البوذيون قد أتموا طبع كل نصوصهم المقدسة، وهو مجهود تطلب منهم ١٣٠,٠٠٠ كتلة خشبية واستغرق استكماله ١٢ سنة.

ويعود إلى التقنيات الجديدة فضل الانتشار السريع للكلمة المطبوعة فى كل أنحاء العالم البوذى، وهى حقيقة أكدتها المواقع الجغرافية لثلاثة نصوص يُستَشْهَد بها بوصفها أول وثائق طُبِعت. أولها لفافة اكتُشِفت فى كوريا، وإن كانت على الأرجح قد طُبِعت فى الصين بين ٧٠٤ و٧٥١. وهناك وثيقة أخرى يُستشهد بها كثيراً وهى متن يابانى، يرجع تاريخه إلى حوالى ٧٦٤–٧٧٠، وأمرت بكتابتها الإمبراطورة كوكن أو شوتوكو (٧١٨–٧٧٠). ثم هناك أقدم "كتاب" متكامل، وهو "سوترا الماسية"، الذى اكتُشِف فيما بعد فى مقاطعة جانسو الصينية. ويتكون "سوترا الماسية"، الذى من

الواضح أنه طُبِعَ سنة ٨٦٨، من سبع صحائف من الورق، تشكل لفافة يبلغ طولها ٤١ سنتيمترًا وعرضها ٣٠ سنتيمترًا.

وفي عهد أسرة سونج (٩٦٠-١٢٧٩) انتشرت الطباعة في الصين انتشارًا كبيرًا. فبالإضافة إلى أن خطة طباعة كل النصوص البوذية كانت مشروعًا من مشاريع "الأكاديمية الإمبراطورية"، قامت الأكاديمية بالأمر بصنع حوالي ١٠٠,٠٠٠ كتلة خشبية محفورة لطبع كل "السوترات" والتاريخ الصيني. ثم حدث أن كيميائيًا يدعى بي شنج (اشتهر في ١٠٣٠-١٠٤٠) ابتكر طريقة أفضل من الطباعة على الكتل الخشبية، ألا وهي الطباعة بالحروف المتحركة.

ويعود الفضل إلى بي شنج في أن الطابعين لم يعودوا مضطرين لحفر كتلة جديدة من الخشب كلما أرادوا أن يطبعوا أي شيء؛ وبدلاً من ذلك، أصبحت متاحة أمامهم قطع من حروف مطبعية مسبقة الصنع. وقد صنع بي شنج أحرف طباعة من الصلصال المحروق ووضعها في إطار حديدي مبطن بشمع دافئ. وكان يضغط على الحروف بلوح حتى يصير السطح مستويًا تمام الاستواء، وبعد أن يَبرد الشمع كان يستخدم طبق الحروف في طباعة الصفحات. وبعد ثلاثة قرون، وبناء على أوامر الحاكم تساي-تونج (اشتهر ح ١٣٩٠)، صنع الحفارون الكوريون أحرفًا من البرونز، الذي يمثل تقدمًا كبيرًا على الصلصال لأنه أكثر متانة وأقل هشاشة.

وطوال سنوات التقدم هذه في الشرق، تخلفت أوروبا الغربية كثيرًا. وفي الحقيقة، بقي الأوروبيون جاهلين حتى بالورق حتى القرن الرابع عشر. وقبل ذلك الوقت كان الرهبان يستخدمون البرشمان، المأخوذ من جلود الحيوانات، وبدلاً من الطباعة بالكتل الخشبية، قاموا بنسخ النصوص باليد بمشقة. وبدوره كان لذلك تداعيات اجتماعية عديدة، فنظرًا لأن الكتب كانت تحتاج مجهودًا كبيرًا في سبيل إنتاجها فقد كانت باهظة الثمن وفوق متناول عامة الناس. وبدون سهولة الوصول إلى المادة المكتوبة، كانت جماهير الناس في مجملها أمية لا تقرأ ولا تكتب، وبقي التعليم من الناحية

الواقعية فى يد الكنيسة. ويضاف إلى ذلك أنه مع استحالة إنتاج كميات كبيرة من الكلمات المكتوبة وانعدام وجود نسخ عديدة من النصوص، فإن ذلك كان معناه أن آلاف الكتابات من العالم القديم، التى دمرتها غزوات البرابرة، قد ضاعت إلى الأبد.

غير أنه حدث فى واحدة من مفارقات التاريخ الكبرى أن الغرب لحق بسرعة بالشرق وسرعان ما تفوق عليه. ويبدو أن تقنيات الطباعة على الكتل الخشبية وجدت طريقها إلى الغرب على يد المغول الغزاة، وباجتماعها مع استخدام الورق فى القرن الرابع عشر ساعدت على تفريخ ثورة صغيرة فى المعلومات. وفى الحقيقة، كانت هناك فترة قصيرة انتعشت فيها الطباعة على الكتل الخشبية فى الغرب، وهو الوقت الذى شهد ظهور كتب مثل "بوا بروتا" (Bois Protat) الذى يعود تاريخه إلى حوالى ١٣٨٠، والذى يصور صَلب المسيح.

وقد استمر الأوروبيون، لقرون عديدة بعد ذلك يستخدمون نوعًا من الطباعة على الكتل الخشبية، وهو صنع كليشيهات خشبية لطباعة الصور بتكلفة منخفضة، غير أن المجتمع آنذاك كان قد تبدلت أحواله بفضل الطباعة بالأحرف المتحركة، التى كانت من اختراع يوهان جوتنبرج (ح ١٣٩٥-١٤٦٨)، الذى ابتكر مطبعته الخاصة - مستقلاً عن المبتكرات الصينية، وفى أغلب الظن أنه كان جاهلاً بها - سنة ١٤٥٠. ونتيجة لهذا الابتكار انتشر الإلمام بالقراءة والكتابة انتشارًا سريعًا، وأجج حركة الإصلاح الدينى وغيرها من الحركات التى غيرت تمامًا النسيج الثقافى لأوروبا.

لم يكن للطباعة بالحروف المتحركة نفس التأثير فى الشرق كما كان الأمر فى الغرب، وهى حقيقة تنبثق من الاختلافات فى الشكل بين غالبية اللغات المكتوبة للمجتمعات الشرقية والغربية. فاللغات الأوروبية تستخدم أبجديات بها عدد محدود من الأحرف، مما يسهل على الطابع استخدام الحروف المتحركة. وعلى النقيض من ذلك، نجد أن اللغة الصينية وكذلك الكورية واليابانية وغالبية لغات شرق آسيا، تستخدم رموزًا لتمثل كلمات أو مقاطع. واللغة الصينية، على وجه الخصوص، بالغة التعقيد، فيها ما يربو على ٢٠,٠٠٠ حرف، مما كان يعنى أن الطابع الذى يستخدم الحروف

المتحركة يتعين عليه أن يبحث فى أعداد لانهائية من الأطباق المحتوية على كتل سابقة الصنع. ولهذا السبب لم تلق الطباعة بالحروف المتحركة قبولاً فى الشرق، واستمر الطابعون هناك فى استخدام وتحسين تقنيات الطباعة على الكتل الخشبية التى ابتكرها البوذيون الصينيون فى القرن السابع.

جدسون نايت

لمزيد من القراءة

McDonald, T. David. The Technological Transformation of China. Washington, D.C.: National Defense University Press, 1990.

Ross, Frank Xavier, and Michael Goodman. Oracle Bones, Stars, and Wheelbarrows: Ancient Chinese Science and Technology. Boston: Houghton Mifflin, 1993.

Steffens, Bradley. Printing Press: Ideas into Type. San Diego, CA: Lucent Books, 1990.

مواقع على الإنترنت

"Historical Stories." http://china.tyfo.com/int/literature/

history/200092lit-story2.htm (December 3, 2000).

"Woodblocks for Printmaking." ANU Forestry. http:// www.anu.edu.au/Forestry/wood/ nwfp/woodblock/ woodblock.html (December 3, 2000).

التاريخ المبكر لفن رسم الخرائط

نظرة شاملة

جاء في مسح بحثي حديث أن ما يقرب من ثلث الشعب الذي يعيش في الولايات المتحدة لا يمكنه التفرقة بين الشمال والجنوب على خريطة. وهذه النتائج مفاجئة إلى حد ما في ضوء حقيقة أن الخرائط قد صارت جزءًا لا يتجزأ من المجتمع الإنساني لما يربو على ٥٠٠٠ سنة. وصناعة الخرائط هي واحدة من أقدم أنماط الاتصالات وتشكلت بأشكال ووظائف مختلفة على مر التاريخ. وتكاد تكون كل مادة تأتي على البال قد استُخدمت في صناعة الخرائط، منها الأحجار والصلصال والجلود والبارشمان بل حتى الجليد. وتُصنع الخرائط في محاولة لمساعدة البشر على الإبحار والتجول بصورة أفضل ولكي تعطينا فهمًا أوضح لعالمنا وما يحيط بنا.

ويُطلَق على فن التوصيف البياني أو التصويري لمنطقة جغرافية ما اسم علم رسم الخرائط (cartography) وهذه التوصيفات عادة ما توضع على سطح مستوٍ ويُشار إليها باسم "خرائط". وقد تحوي، إضافة لذلك، توصيفات غير جغرافية للإشارة إلى مناطق ثقافية أو دوائر انتخابية سياسية أو ظواهر طبيعية والعديد من فئات أخرى. وعلم رسم الخرائط علم قديم يرجع تاريخه إلى زمن التاريخ المسجل. ويعتقد أن أول خرائط كانت لتبيان مناطق ممتازة لصيد الحيوان والأسماك.

وأقدم خريطة معروفة هي بابلية المنشأ ويرجع تاريخها إلى ٢٣٠٠ ق.م. وكذلك هناك صور مختلفة تبين سمات أرضية عُثر عليها بين الآثار المصرية من نفس الفترة الزمنية تقريبًا. ومما هو جدير بالذكر أن المناطق المصورة في كلتا الحالتين كانت

وديان أنهار وأن معرفة التفاصيل الدقيقة للجغرافيا تتيح معارف حيوية تدعم بقاء المجتمع وتعززه. وتبين خرائط من فترات لاحقة خططًا لشق قنوات وطرق وأماكن للعبادة. وتلك كانت أسلاف تخطيط المدن الحديثة والخرائط الهندسية.

وفى حين أن علم رسم خرائط لشكل كل العالم المعروف لم يكن يمارس كثيراً قبل زمن بلاد الإغريق القديمة، كشفت الأبحاث الأثرية فى العراق النقاب عن خريطة يعود تاريخها إلى ١٠٠٠ ق.م. تبين الأرض كدائرة متراكزة تقع بابل فى مركزها محاطة بالمياه من كل الجوانب. غير أنه لا توجد إلا أدلة واهية على أن المصريين أو البابليين حاولوا أن يرسموا الكوكب بأكمله وموقعهم فيه. وفى الواقع تركزت جهود رسامى الخرائط عندهم على أهداف ذات طبيعة عملية أكثر. وأبدوا اهتمامًا أكبر برسم المناطق الخصيبة والمناطق ذات المحتوى الاستثنائى من حيوانات الصيد أو برسم حدود بلادهم. ولم يحدث إلا بعد أن بدأ الفلاسفة-الجغرافيون الإغريق فى التأمل حول طبيعة الأرض وشكلها، أن بدأ رسامو الخرائط فى رسم العالم بأكمله ولم يكتفوا برسم ما يحيطهم.

الخلفية

قدم الإغريق أكبر إسهامات مبكرة لرسم الخرائط من خلال دراساتهم العلمية المنهجية للجغرافيا. وكانت الحاجة هى دافعهم إلى حد ما لأنهم كانوا يفتقرون إلى الأراضى الخصبة الصالحة للزراعة. وأدت بهم هذه الحاجة إلى إنشاء المستعمرات وترسيخ التجارة، بواسطة الطرق البحرية الصالحة للإبحار فى المقام الأول، وهى طرق كانت تحتاج أن تُرسم على خرائط. وكانت مدينة مليتوس (Miletus) تعتبر مركز المعلومات والتخمينات الخرائطية فى حوالى ٦٠٠ ق.م.

أنتج هيكاتيوس (Hecataeus) (القرن السادس ق.م.) أول كتاب معروف فى الجغرافيا فى حوالى ٥٠٠ ق.م. وفيه خمن أن العالم قرص مسطح محاط بمحيط

عظيم. وفيما بعد تعدل الكتاب وتوسع على يد المؤرخ الكبير هيرودوت (؟٤٨٤-؟٤٢٠ ق.م.). وتضمنت إسهاماته المهمة إشارة إلى فكرة أن الفينيقيين داروا حول إفريقيا قبل ألفى عام من فاسكو دا جاما (؟١٤٦٠-١٥٢٤). وأضاف كمًا كبيراً من المعلومات المهمة تتناول جغرافية العالم المعروف، بل إنه دلف إلى عالم المجهول بتنبؤاته بالملامح الطبيعية لأراضٍ غير مألوفة. كما شكك هيرودوت فى مقولة أن الأرض قرص مفلطح، واقترح عدة نظريات مختلفة حول شكلها الحقيقى، منها ما ذهب فيها إلى تأييد نظرية فيثاغورس (؟٥٨٠-٥٠٠ ق.م.) التى تقول بأن الأرض كروية.

وبحلول ٣٥٠ ق.م. تقبل العلماء الإغريق بوجه عام فكرة أن الأرض كروية فى حقيقة أمرها. وأيد أرسطو (٣٨٤-٣٢٢ ق.م.) بقوة فكرة كروية الأرض وقدم ستة براهين تثبت أن العالم كروى الشكل. وتقبل كل رسامى الخرائط اللاحقين تقريبًا هذه الفكرة.

وأسهم ديكايرخوس المسيناوى (Dicaearchus of Messina)، وكان من أتباع أرسطو، إسهامًا مهمًا فى هذا المجال. فقد كان أول رسام خرائط يضع خطوطًا يُرجَع إليها على خريطة للعالم. فرسم خطًا من الشرق إلى الغرب يمر فى جبل طارق وجزيرة رودس. وكان لذلك أثر عميق على آخرين، وأدى فى النهاية إلى ظهور خطوط الطول والعرض.

وكان إيراتوستنيز السيرينى (Eratosthenes of Cyrene) (؟٢٧٦-؟١٩٤ ق.م.) ثانى شخصية إغريقية مهمة فى رسم الخرائط، أول من قاس محيط الأرض بصورة معقولة. فقد أدرك أن الشمس بعيدة بعداً سحيقًا عن الأرض وأنه باستخدامه زاوية سقوط أشعة الشمس فى مدينتين مختلفتين والمسافة بينهما معروفة، فإنه يستطيع أن يحسب طول محيط الأرض. وكان لإيراتوستنيز إسهامات أخرى أيضًا. فقد أدخل تحسينات على خطوط ديكايرخوس المرجعية وأضاف الكثير من الفكر العلمى فى مجالات أخرى.

وكان هيبارخوس (Hipparchus) معاصراً لإيراتوستنيز وكثيراً ما انتقد أعماله. ويكمن الإسهام الرئيسى لهيبارخوس فى أنه طبق مبادئ رياضياتية صارمة فى مجال رسم الخرائط. فقد استخدم حساب المثلثات فى تحديد المواقع على سطح الأرض ووَسَّع من نطاق خطوط دبكايرخوس الاسترشادية بحيث صارت تعبر عن خطوط الطول والعرض التى ما تزال مستخدمة حتى اليوم. وحاول أن يقيس خطوط العرض مستخدماً فى ذلك النسبة بين أطول يوم وأقصر يوم فى منطقة معينة. كما كان هيبارخوس أيضًا أول من قسم العالم المأهول المعروف إلى مناطق مناخية على خريطة.

ولا ريب فى أن أعظم وأهم رسام للخرائط فى العالم القديم كان بطليموس (؟١٠٠-؟١٧٠م). فقد كان بطليموس عالمًا كبيراً كتب واحداً من أكثر الأعمال العلمية تأثيراً فى كل الأزمنة، وهو "دليل الجغرافيا". وهو عمل من ثمانية مجلدات يتناول المبادئ الأساسية لرسم الخرائط وصنع الكرات الأرضية، ويحوى مواقع المدن المختلفة، ونظريات الجغرافيا الرياضياتية، وتوجيهات بشأن تحضير خرائط للعالم. ومن اللافت للنظر أن هذا العمل لم يكن له تأثير أولى يُذكر، ونسيه الناس ولم تتم إعادة اكتشافه إلا بعد ١٤٠٠ سنة. وأحيانًا كانت الخرائط والاتجاهات تقريبية وفجة وجاءت نتيجة أحاديث مع بعض الرحالة، ولكنها كانت على درجة من الدقة تكفى لتوضيح المواقع والاتجاهات النسبية. غير أن العمل جمع ملخصًا لكل المعارف الجغرافية وقتئذ. كما أسهم بطليموس أيضًا فى الجوانب الرياضياتية لرسم الخرائط وفى نواحٍ علمية أخرى متعددة.

وبعد بطليموس يبدو أنه قد حدث ركود فى علم صناعة الخرائط. ورغم أن الرومان رسموا خرائط لشبكات طرقهم الممتدة، إلا أنهم لم يستخدموا المبادئ الرياضياتية التى أبدعها الإغريق. ويضاف إلى ذلك، أن غالبية السجلات القديمة قد ضاعت أو دُمرت، ولذا لم يكن لها إلا تأثير ضئيل حتى أعيد اكتشاف بعضها بعد ما يربو على ١٠٠٠ سنة.

التأثير

مما يسترعي الانتباه، عدم حدوث تقدم فى مجال رسم الخرائط إلا بصورة محدودة بعد بطليموس مباشرة. وفى الحقيقة، لم يحدث إلا فى أخريات القرن الخامس عشر، عندما نُشرت نسخ من خرائطه فى أطلس للخرائط، أن شهد هذا المجال نشاطًا متجددًا. ولهذا يمكننا أن نحدس أن رسامى الخرائط المبكرين لم يتركوا إلا أثرًا ضئيلاً، على الأقل فى بادئ الأمر. ومن المؤكد أن كل سلف مهم فى مجال رسم الخرائط ترك أثرًا على من أتى بعده، ولكن التأثير الحقيقى لهؤلاء الناس على المجتمع لا يمكن إدراكه بسهولة حتى أواخر القرن الخامس عشر، عندما بدأ المستكشفون يتدارسون خرائط بطليموس المبكرة. ونظرًا للتبادل المستمر للأفكار فى بلاد اليونان القديمة، تمت سريعًا تحسينات متوالية فى رسم الخرائط. ولم تمر إلا أقل من مائة عام من ظهور فكرة احتواء الخرائط على خطوط استرشادية حتى كانت قد تحولت إلى خطوط الطول والعرض. وفى حقيقة الأمر، هذا هو نفس النظام الحالى الذى نستخدمه اليوم.

وقد استخدم المستكشفون الأوائل مثل كريستوفر كولمبوس (١٤٥١-١٥٠٦) وفرديناند ماجلان (Ferdinand Magellan) (١٤٨٠؟-١٥٢١) وأميريكوس فيسب (Americus Vespucc) (١٤٥٤-١٥١٢)، استخدموا جميعًا خريطة بطليموس كدليل لهم فى رحلاتهم. وفى حين كانت الخريطة دقيقة قدر المستطاع فى وقت صناعتها، إلا أنها كانت قاصرة قصورًا كبيرًا فى مناطق كثيرة. فمثلاً، بالغت كثيرًا فى مجموع أحجام أوروبا وآسيا، فى الوقت الذى قللت فيه من حجم الأرض. كان ذلك خطأً بالغًا عزز فكرة أن كولمبوس يمكنه الوصول إلى آسيا بالسفر غربًا، وأدى ذلك بالفعل إلى تقليله من طول المسافة إلى آسيا بينما هو يشد الرحال عبر الأطلنطى فى رحلته الأولى. بل إن تأثير بطليموس وصل إلى نصف الكرة الجنوبى، حيث سادت لسنوات طويلة فكرته عن وجود قارة جنوبية كبيرة. ولم يحدث إلا فى ١٧٧٥ وبعد رحلات متعددة أن جيمس كوك (١٧٢٨-١٧٧٩) أثبت عدم وجودها. وبهذا يمكننا القول إن بطليموس قد ساعد على تشجيع عصر الاستكشافات.

ولقد كان لهذا التدافع على الاستكشاف تأثيرات على المجتمع الإنسانى تشابه "تداعيات سقوط أحجار الدومينو" (domino effect) . فقد شجعت الاستكشافات على حدوث تحسينات كثيرة فى التكنولوجيا، ساعدت أيضًا صناعة الخرائط. وشملت هذه التحسينات تطور مبادئ الملاحة وتحسن الأجهزة الخاصة بها. وربط عصر الاستكشافات هذا بين الحضارات المختلفة. وأحيانًا كان لهذه التفاعلات نتائج إيجابية، مثل تبادل التجارة والأفكار، غير أنه كانت لها أيضًا نتائج مأساوية على بعض الحضارات.

كما كان لرسامى الخرائط الأقدمين تأثير هائل فى التأكيد للأجيال المستقبلية على أهمية الحاجة إلى صنع الخرائط على أسس رياضياتية، فى مواجهة الجوانب الفلسفية الأكثر تجريدًا للجغرافيا. وقد قطع العلماء المحدثون خطوات مهمة فى هذا المجال، منها نشأة تقنيات الأقمار الصناعية. ورغم كل التقدم الذى أحرزناه إلا أننا ما زلنا فى حاجة لأن نؤكد على أهمية مهارات القراءة التقليدية للخرائط لمجتمعنا.

جيمس ج. هوفمان

لمزيد من القراءة

Crone, G.R. Maps & Their Makers: An Introduction to the History of Cartography. North Haven: Shoe String Press, 1978.

Goss, John. The Mapmaker's Art: An Illustrated History of Cartography. Skokie: Rand McNally, 1993.

Wilford, John. The Mapmakers. New York: Alfred A.Knopf, 2000.

سير حياة مختصرة

آبيوس كلوديوس سيكوس (Appius Claudius Caecus) سياسى رومانى

(٣٤٠؟- ٢٧٣؟ ق.م.)

ولد أبيوس كلوديوس سيكوس لأسرة من طبقة النبلاء فى روما فى حوالى ٣٤٠ ق.م. وكان واحداً من أوائل الشخصيات البارزة فى التاريخ المبكر لروما وكان له تأثير عميق على المجتمع. ورغم أن أكثر ما اشتهر به هو مبادرته بالحث على بناء "طريق آبيا" (Appian Way) الطريق الرومانى الشهير، إلا أنه كان ذا نفوذ فى مجالات أخرى. كان أبيوس رجل دولة وسياسياً متميزاً. ويعود إليه فضل بناء أول قناة لمياه الشرب فى روما، وقدم خبراته القانونية واقترح العديد من الإصلاحات فى ممارسة القانون، وبقى عضواً مؤثراً فى المجتمع الرومانى طوال حياته.

ولا يعرف إلا القليل عن حياته المبكرة. وجاء أول ذكر له عندما انتُخب رقيباً[١] فى روما فى ٣١٢ ق.م. وبصفته من أعضاء طبقة النبلاء كانت له اهتمامات كبيرة بالإصلاح السياسى. وبدأ برنامجاً للإصلاح يهدف إلى منح مجموعات مثل حِرفيى وتجار المدن حقوقاً سياسية كاملة. وأدى ذلك بدوره إلى منحهم صوتاً أعلى فى

(١) الرقيب Censor وظيفة رومانية رفيعة يكون شاغلها مسئولاً عن مراقبة الأخلاق وإحصاء السكان. (المترجم).

الحكومة. ولتحقيق ذلك الهدف أدخل أبيوس أبناء المعتقين من الرق فى مجلس الشيوخ وأعاد توزيع المواطنين الذين لا يملكون أراضى بين الوحدات السياسية الأساسية.

ومثال آخر على اهتمامه بالطبقات الدنيا هو إسهاماته فى المجالات القانونية. فقد ساعد فى كتابة كتاب يحدد طرق الممارسة القانونية ونشر للجمهور قائمة بالأيام التى تنعقد فيها المحاكم حتى يستفيدوا من النظام القضائى. كما كتب أيضًا أعمالاً أقل تخصصيةً، ضاعت غالبيتها.

كان أبيوس محبوبًا من الجماهير؛ لأنه كان من بين من لا يتجاوز عددهم حفنة من الأرستقراطيين الذين كانوا ينشدون منح الجماهير المزيد من الحقوق. وهناك الكثير من التخمينات عن الأسباب التى دعت فردًا من النبلاء يحارب بضراوة فى سبيل طبقة لم يكن من أفرادها. وتتراوح التفسيرات بين نزعة إلى الخير ومحاولة من جانبه للنيل من قوة النبلاء الجدد واتهامات بأنه غوغائى تملكه هوس خلق قاعدة جديدة للقوة يكون هو فى مركزها. غير أن قوته كانت عابرة، فسرعان ما تم التراجع عن الكثير من إصلاحاته وحُرم بعض من منحهم حق الانتخاب من المعتقين من مناصبهم فى مجلس الشيوخ.

ولا ريب فى أن ما تبقى مما تركه أبيوس كان مشاريعه الإنشائية. فقد بنى أول قناة مائية للشرب فى روما "أكوا أبيا" (Aqua Appia)، التى كانت تجلب المياه من تلال سابين. كما حث على إنشاء الطريق الحربى والتجارى الكبير "فيا أبيا" (Via Appia) بين روما وكابوا. وبلغ من فرط كونه جزءًا لا يتجزء من تلك المشاريع أنها صارت تُعرف باسمه. وكان ذلك شرفًا فريدًا من نوعه آنذاك. وبلغ طول "فيا أبيا" ٢١٢ كيلومترًا فى بدايته، لكنه امتد لمسافة ٢٧٠ كيلومترًا أخرى فى السنوات الستين التالية. وكان "فيا أبيا" على درجة كبيرة من الأهمية للإمبراطورية الرومانية بحيث إن الأمر تطلب تعيين موظف كبير لإدارته. كان الطريق تحفة هندسية، وصُنع من الأحجار والملاط التى صمدت لقرون.

ومع تقدمه فى السن بدأ آبيوس كلوديوس يعانى من مرض كان شائعًا فى تلك الأوقات وهو فقدان البصر. وفى الحقيقة، فإن لقبه "سيكوس" يعنى "الكفيف". وحتى وهو فى هذه الحالة، ظل آبيوس رجل دولة وزعيماً ممتلئًا بالحيوية. وعندما كانت روما تبحث أمر عقد معاهدة مع عدوها بيروس (Pyrrhus)، وبالتالى تمنحه جزءًا كبيراً من جنوب إيطاليا، ألقى آبيوس خطاباً عاطفيا فصيحًا يحث فيه على رفض الاقتراح. واقتنع مجلس الشيوخ بحججه وطرد بيروس من إيطاليا. ولم يتمتع إلا عدد قليل بمثل ذلك التأثير المثير على المجتمع الرومانى المبكر.

جيمس ج. هوفمان

إكتينوس (Ictinus) معمارى إغريقى (القرن الخامس ق.م.)

عمل إكتينوس المعمارى الإغريقى الشهير فى مشروعات شهيرة مثل البارثينون على الأكروبوليس ومعبد الأسرار فى إليوسيس ومعبد أبوللو إبيكوريوس فى باسيا. ويشهد الحجم المجرد للبارثينون، إضافة إلى روعته الفنية بمهارة إكتينوس وغيره من المعماريين الإغريق فى تلك الأيام.

والتواريخ الدقيقة لميلاد ووفاة إكتينوس غير معروفة، ولكن من الواضح أنه عاش فى القرن الخامس ق.م. ولا يُعرف إلا قدر ضئيل عن حياته، رغم معرفة الكثير عن أعماله. ويُعتقد أن إكتينوس لم يكن أثينيًا ولكنه جاء من جزر البيلوبونيز الغربية. وفى العصر الذهبى للفنون والعمارة فى بلاد اليونان، كلف بركليس إكتينوس وكاليكراتيس بالعمل، تحت الرؤى الفنية لفيدياس، على تصميم وبناء البارثينون. وعندما اكتمل، جسد البارثينون كل تقدم وحضارة بلاد اليونان القديمة وأثينا ومجدها.

أقيم البارثينون أثناء حكم بركليس فى أثينا فى أعقاب نصر عسكرى على الغزاة الفرس فى ٤٧٩ ق.م. وترأس بركليس الحكومة الديمقراطية البازغة وقرر، ربما كجزء من حملة علاقات عامة، أن يعيد بناء معابد الأكروبوليس التى دُمرت فى الحرب، تكريماً

للربة أثينا. وتعنى كلمة "بارثينون" "منزل العذراء". وجند بركليس فيدياس، وهو مثال وفنان شهير، كى يشرف على المشروع، واختير إكتينوس وكاليكراتيس ليضعا تصميم البارثينون. ويظن البعض أن إكتينوس وكاليكراتيس كانا متنافسين ولم يكونا متعاونين، بينما تدعى مصادر أخرى أن إكتينوس كان القوة الخلاقة خلف المشروع وأن كاليكراتيس اكتفى بدور المهندس. ومرت سنتان عصيبتان من التصميم قبل أن يبدأ بناء البارثينون فى ٤٤٧ ق.م.، أثناء عيد الاحتفالات العامة فى أثينا. واستغرق المعبد نفسه أقل من عشر سنوات ليكتمل. ووُضِع آخر حجر فى ٤٣٨ ق.م.، ولكن العمل على الواجهة الخارجية للمعبد استمر حتى ٤٣٢ ق.م. وبلغ قطر الأعمدة الدورية الخارجية للمعبد مترين وارتفاعها ١٠,٤ متر. وبلغ عرض المعبد ٣١ مترًا وطوله ٧٠ مترًا. وكانت هناك ثلاثة طرز معمارية يستخدمها الإغريق آنذاك: الطراز الدورى والإيونى والكورنثى. واستُخدِم الطراز الدورى فى تشييد البارثينون لأنه الأكثر بساطة وصلابة.

كانت التحسينات البصرية التى أُدخلت على تصميم المعبد على درجة كبيرة من الأهمية لأنها أضفت على ذلك المبنى المهيب المزيد من الجمال والجاذبية. والخطوط المستقيمة تبدو للعين البشرية وكأنما هى منتفخة أو مترهلة، ولكن ذلك الخداع البصرى تمت معالجته فى تصميم المعبد. وكانت بعض الوسائل التى استخدمها إكتينوس مستخدمة بالفعل من قبل المعماريين الإغريق، غير أن التحسينات التى أدخلها وصلت إلى آفاق جديدة فى البارثينون. وفى هذا الصدد، جعل إكتينوس وكاليكراتيس البارثينون يبدو مثاليًا فى تناسقه بينما لم يكن كذلك فى الحقيقة. كما اشتهر البارثينون أيضًا بالأعمال الفنية التى كان يضمها، منها تمثال هائل الحجم لأثينا من العاج والذهب بلغ ارتفاعه ١٢ مترًا. والكثير من تماثيل البارثينون محفوظة الآن فى متاحف أو فُقِدت، مثل حال التمثال الكبير لأثينا.

ويشكل معبد أبوللو إبيكوريوس، وهو عمل معمارى شهير آخر لإكتينوس، واحدًا من قلة من المعابد التى بقيت تكاد تكون مكتملة ولا تزال قائمة. وقد بُنى فى ٤٢٠ ق.م.

على مُرتفَع بالقرب من فيجاليا (Phigalia) يسمى باسيا (Bassae) كان إكتينوس المصمم الرئيسى للمعبد وأدمج فيه كل الطرازات المعمارية الثلاثة. وهو بناء فريد فى نوعه، بدائى ووحشى وفج إلى حد ما بالنسبة لزمنه. ولعل السبب فى أن إكتينوس لم يضع فى أبوللو إبيكوريوس إلا القليل من التماثيل يعود إلى طول الفترة التى عمل فيها تحت السيطرة الفنية لفيدياس فى البارثينون. وقد بُنى المعبد تكريمًا لأبوللو، وتناسقت صفات المعبد مع البيئة المحيطة به. ولاحظ العلماء أن إكتينوس قد تعمد بناء المعبد وحشيًا وبدائيًا ليعكس البيئة الوحشية المحيطة به. كما بنى إكتينوس أيضًا معبد الأسرار فى إليوسيس حوالى ٤٣٠ ق.م.

وعلى الرغم من غوائل الزمن، لا يزال البارثينون يرمز إلى قوة ومنجزات المجتمع الذى بناه. والتأثير الجمالى والعاطفى الذى يتركه البارثينون على من يشاهده اليوم لا يصدق، وكان له نفس التأثير على مشاهديه يوم بُنى. ولا يزال العديد من التصاميم الفنية والمعمارية التى أبدعتها بلاد اليونان القديمة، ومنها تصاميم إكتينوس، لا تزال مستخدمة اليوم فى تصاميم البناء، وبسبب صمود تلك الأبنية تعلم المجتمع الحديث الكثير عن بلاد اليونان القديمة.

كيلا ماسلانيتش

إمحوتب وزير مصرى وكبير الكهنة ومعمارى (٢٦٦٧؟- ٢٦٤٨؟ ق.م.) (٢٦٥٥-٢٦٠٠ ق.م.)

كان إمحوتب مسئولاً مصريًا خدم زوسر فرعون الأسرة الثالثة (حكم ٢٦٣٠-٢٦١١ ق.م.) كوزير وكبير لكهنة رع إله الشمس، وكبيرًا للمهندسين. وكان من أبناء الشعب وصعد فى مراتب القصر حتى بلغ من احترامه كحكيم ومعمارى ومعالج أنه أُلِّه فيما بعد وصار يُعبد كإله. واليوم تنبع شهرته من بنائه للهرم المدرج، وهو واحد من أقدم المبانى الحجرية فى العالم وأول هرم بُنى فى مصر.

ويوصف إمحوتب كبيراً لمستشارى زوسر فقد تم تكليفه بمهمة على قدر من الأهمية هى بناء مقبرة فرعون فى سقارة. وفى البداية خطط إمحوتب لبناء مقبرة تقليدية على طراز المصطبة المربعة، ولكن حدث من خلال سلسلة من التغييرات أن خطته تطورت وصارت أول هرم مصرى، الذى بناه على مراحل مثل السلالم. ولم يبنِ إمحوتب لفرعونه "سلمًا رمزيًا إلى السماء" فحسب وإنما بناه لكى يبقى إلى الأبد، فبناه من الحجر بدلاً من الطوب النيئ التقليدى. ولما كان التعامل مع الأحجار يختلف اختلافًا بينًا عن العمل بالطوب النيئ؛ فقد اضطر إمحوتب إلى تطوير تقنيات بناء جديدة حتى لا ينهار الهرم تحت ثقل وزنه. وعند الفراغ منه كان الهرم يرتفع ست درجات إلى ارتفاع حوالى ٦٠ متراً. وتم حفر حجرة دفن جثمان الملك فى أعماق الصخور تحت الهرم، ومعها خمسة كيلومترات ونصف كيلومتر من الممرات الرأسية والأنفاق والقاعات وحجرات التخزين.

ولم تنته رؤية إمحوتب لمقبرة زوسر عند الهرم المدرج بل تعدته إلى مجمع هائل يحيط بالهرم، معبد ومقابر وأضرحة وأروقة تكتنفها أعمدة، وساحات، وتماثيل بالأحجام الطبيعية وممرات تحت الأرض، وكلها بُنِيت من الحجر. وبعد الانتهاء منها أقيم سور حجرى يبلغ ارتفاعه عشرة أمتار يحيط بأبنية المجمع ويضم مساحة تبلغ ١,٥ كيلومتر. وتغطت كل الأسطح الحجرية فى المجمع بزخارف مختلفة منحوتة يدويًا، منها دعامات ناتئة وفجوات وأعمدة ذات أخاديد طولية ورؤوسها على شكل نبات البردى، ونقوش جدارية بارزة. كان إنجاز إمحوتب فى سقارة أكثر من مجرد هندسة معمارية. فقد صُمم المجمع كله ليعبر عن رؤية إمحوتب للملك والوطن. ويعتقد المصرولوجيون أن مساحة المجمع كانت تصل إلى مساحة مدينة كبيرة من مدن تلك الأوقات.

ومن الجلى أن إمحوتب، ببنائه مجمع الهرم، كان يحاول أن يظهر تعبيراً ماديًا عن المثل الروحية للمصريين فى ذات الوقت الذى يمنح فيه زوسر مدينة نموذجية يحكم منها العالم الآخر. ولم يُبن من قبل أى شىء بهذا الحجم، وتكاد تكون المضامين

السياسية لمنجزات إمحوتب على نفس الدرجة من الأهمية مثل العمل ذاته. فلا تستطيع إلا حكومة مركزية بالغة القوة أن تأمل فى حشد العمالة اللازمة لإتمام مثل ذلك العمل وتنظيمه وتمويله. ورغم أن الهرم المدرج قد تم تبنيه بوصفه النمط التقليدى للمقابر لمئات السنين، إلا أن التعقد الهائل لمجمع الهرم لم يتكرر. وكان التنظيم الضرورى الذى لا يصدق لبناء مجمع زوسر إرهاصة بالتركيبة السياسية اللازمة لبناء الأهرامات الكبيرة للأسرة الرابعة (ح ٢٥٩٧-٢٤٧٥ ق.م.).

وبالإضافة إلى مواهبه كمعمارى، اشتهر إمحوتب أيضًا فى العصور القديمة بسبب حكمته ومهارته كطبيب. ونسب قدماء المصريين إليه أقدم "نصوص للحكمة"، رغم أنه لم يتبقَّ منها شيء. ورغم انعدام أدلة معاصرة له على أن إمحوتب كان طبيبًا، إلا أنه صور يُستَشهَد به كمعالج فى نقوش الأسرة الثانية عشرة (١٩٣٨-ح ١٧٥٦ ق.م.) وأصبح يُعبد كإله للطب ربما منذ وقت مبكر هو الأسرة التاسعة عشرة (١٢٩٢-ح ١١٩٠ ق.م.). وبعد ذلك أثناء عصر البطالمة (٣١٠-٣٣٠ ق.م.) ساوى الإغريق بينه وبين أسكليبيوس إله الطب عندهم، وبنى بطليموس الثامن ضريحًا مقدسًا له. وكانت عبادته لا تزال نشطة أثناء القرن الأول الميلادى عندما أشاد به إمبراطوران رومانيان هما تيبريوس وكلوديوس فى نقوشهما على جدران المعابد المصرية.

سارة س. ملفيل (SARAH C. MELVILLE)

إيزيدوريوس المليتى (Isidorius of Miletus) معمارى ومهندس تركى (القرن السادس م)

ولد إيزيدوريوس المليتى فى تركيا فى أوائل القرن السادس الميلادى. واشترك مع أنتيميوس الترايانى (Anthemios of Tralles) فى تصميم كنيسة "الحكمة المقدسة" أو "هاجيا صوفيا" (أيا صوفيا) فى القسطنطينية. وبُنيت هذه الكنيسة، التى تُعتبر

مثالاً رائعًا للعمارة البيزنطية، فى سنوات ٥٣٢-٥٣٧ فى عهد الإمبراطور جستنيان (٤٨٣-٥٦٥) وتحت إشرافه الشخصى.

ولا يُعرف إلا القليل عن حياة إيزيدوريوس المبكرة. وولد فى مليتوس ومن المفترض أنه تلقى تعليمه وتدريبه فى العمارة والهندسة فى مدينة القسطنطينية. ويضاف إلى ذلك أنه كان عالمًا ومدرسًا له احترامه، وعُرف عنه أنه راجع أعمال أرشميدس (؟٢٨٧-٢١٢ ق.م.) وكتب تعليقات على كتاب لهيرو السكندرى (القرن الأول م)، وهو رياضياتى كان يخترع اللعب واخترع المضخة الهوائية ووضع معادلة لتحديد مساحة المثلث. وابتكر إيزيدوريوس فرجارًا لدراسة الهندسة ورسم القطوع المكافئة. وأسهم عدد من تلاميذه فى كتابة تعليقات على كتاب "مبادئ الهندسة لإقليدس" وعلى أعمال أرشميدس.

وأشهر ما يُعرف به إيزيدوريوس هو تعاونه المعمارى والهندسى مع أنتيميوس فى تصميم وبناء أيا صوفيا. وأمر جستنيان ببناء هذه التحفة المعمارية للعمارة البيزنطية بعد أن أتى حريق على الكنيسة الأولى فى ٥٣٢، ولقد كان جستنيان القوة الدافعة وراء النهضة المعمارية التى شيدت أو أعادت بناء ما يزيد على ٣٠ كنيسة فى القسطنطينية. وتضم الكنائس البيزنطية تنوعًا مختلفًا من الطرز المعمارية. واشتملت أيا صوفيا، وهى من الطراز البازيليكى (كاتدرائية)، على أقواس وعقود وقباب وباطنها مزخرف زخرفات دقيقة.

وأيا صوفيا هى درة التاج للعمارة البيزنطية. وقد صمم إيزيدوريوس وأنتيميوس وشيدوا، بتوجيهات من جستنيان، واحدة من أعظم الأبنية التى لا تُنسى فى تاريخ العمارة. وترتفع قبتها المركزية ٥٦.٤ متر فتعطى باطن الكنيسة رحابة تماثل إحساس الواقف فى الخلاء. وتحقق هذا الخداع المكانى باستخدام المثلثات الركنية، وهى نمط بنائى جديد استُخدِم لأول مرة فى بناء أيا صوفيا. ووُضعت أربعة مثلثات ركنية على شكل مثلثات منحنية أو كروية تسند الحافة وموضوعة فى أركان مربع مكون من أربعة أقواس ضخمة. وأصبح هذا الطراز الهندسى، المبنى على

استخدام المثلثات الركنية، أصبح يُعرف باسم "المعمار المعلق". وأعطى لباطن المبنى خواصً سماوية منفتحة وأُدمج فى الشكل الخارجى للمبنى مع أبراج داعمة هائلة الحجم. وتغطت الجدران بالفسيفساء الملون وامتلأ السطح الخارجى للكنيسة بالتصاميم الدقيقة.

شُيدت أيا صوفيا فى وقت قصير لا يصدق هو خمس سنوات. وجعلت الطبيعة المبتكرة للتصميم وربما سرعة البناء أيضًا، جعلت المبنى غير مستقر. وسقطت أول قبة بتأثير زلزال، وبُنيت قبة أخرى مكانها احتاجت بدورها للترميم فى القرنين التاسع والرابع عشر. وظهر تأثير أعمال إيزيدوريوس المليتى الهندسية فى كل ما بُنى من كنائس فى السنوات الألف وأربعمائة التالية.

ليزلى هتشينسون

تشين شيه-هوانج-تى إمبراطور صينى (٢٥٩-٢١٠ ق.م.)

كان تشين شيه-هوانج-تى شخصية هائلة فى التاريخ الصينى القديم. فبوصفه إمبراطوراً من أسرة تشين وضع معالم الحكم الإمبراطورى الذى اتبعه آخرون لألفى سنة تالية. وفى عهده وحد غالبية الصين بحكمه العدوانى العنيف، الذى كان منبنيًا على تعاليم التقيد الحرفى بالقانون. وفى الحقيقة، فإن اسم الصين مشتق من اسم أسرة تشين. وفى أثناء حكمه تم بناء الجانب الأعظم من سور الصين العظيم، كما بُنى مجمع الدفن الهائل الحجم الذى يُعرف باسم مدفن تشين.

كانت الصين، بين ٧٧١ و٢٢١ ق.م.، تتكون من دول عديدة مستقلة يقع أغلبها فى الشمال. وكانت الدول تتقاتل فيما بينها للسيطرة على الأرض، فيما يُعرف باسم "عصر الدول المتحاربة". وكانت تشين دولة صغيرة فى المناطق الشمالية لوادى نهر وى، واكتسبت قوة فى أعقاب تلك الفترة. وتولى تشين شيه-هوانج-تى، الذى

كان يُعـرف فى بادئ الأمـر باسـم تشنج، تولى عـرش دولة تشـين فى ٢٤٦ ق.م. وهو فى الثالثـة عشرة من عـمره بينما كان أبوه أسـيـراً كرهينة عند دولة تـشاو. ولما لم يكن معدا لتولى العرش أصلاً، فقد عملت أمه على وضعه على العرش لدوافع مالية. وكانت أمـه تدير شـئون الحكومـة حتى بلغ سن الرشـد فى ٢٣٨ ق.م. وبمجـرد توليه العـرش أعـدم عـشـيق أمـه، الذى كـان قـد انضم إلى المعـارضـة، ونفى أمـه لضلوعـهـا فى التمرد.

بدأت أسرة تشين فى ٢٥٦ ق.م.، ولكنها لم تحقق أقصى قوة لها إلا بعد سنوات، عندما شرع تشين شيه–هوانج–تى، بنصيحة من مستشاريه لى سو وتشاو كاو، فى مـهمـة لتـوحـيـد كل دول شـمـال الصين تحت حكمـه. وعندئذ اتخـذ لقب "تشـين شيـه–هوانج–تي" أو "أول عـاهل إمـبراطور لأسـرة تشـين". ثم كَوَّن تشين شـيـه–هوانج–تى حكومة تحكم بمثاليات "التقيد الحرفى بالقانون" وقواعده، كما علمها له مستشاروه. وينص "التقيد الحرفى بالقانون" على أن الناس أساسًا أنانيون ولئام ويحتاجون إلى حكومـة مـركـزية قـوية ذات قـواعـد صـارمـة وعقـوبات عنيـفـة لكى يؤدوا دورهـم فى المجـتـمع. ويشكل الإمـبـراطور ووزراؤه مـركـز الحكومـة. وكـانت النتـيـجـة أن حكمًـا استبداديًا عنيفًا وأحيانًا وحشيًا حل محل النظام الإقطاعى القديم للأرستقراطية والنبلاء. وتم تحريم كل المدارس الفكرية والفلسفات الأخرى وبخاصة الكونفوشيوسية. وأُعدم العديد من معلميها وأُحرقت كتبهم. وبحلول ٢٢١ ق.م. كان تشين شيه–هوانج–تى قد غـزا الدول المنافـسـة له ووحـد الصين. وفى مـحـاولة منه لتـعـزيز فكرة الصين الموحدة، بدأ تشين شيه – هوانج – تى برنامـجًا لوضع معايير للغة الصينية، وكذلك مـعـايير لقياسـات الطول والعـرض وشق سلسلة من الطرق والقنوات تلتـقى كلهـا عند العاصمة زيانيانج.

ولكى يحمى دولته من قبيلة من الهون فى الشمال كانت تُعرف باسم "هسيونج نو" عمد تشين شيه–هوانج–تى إلى تنفيذ مشروع مدهش ليربط بين الأسوار والقلاع التى كانت قد بُنيت أثناء عصر الدول المتحاربة للدفاع عن مملكته. وكانت النتيجة هى سور

الصين العظيم. وكان يمتد، بدون فروعه العديدة، لمسافة ٦٧٠٠ كيلومتر وهو واحد من أضخم المعالم التى صنعها بشر على ظهر الأرض. بدأ البناء بقيادة الجنرال منج تيين سنة ٢١٤ ق.م. واستمر عشر سنوات. وهناك بناء آخر ذو أبعاد مذهلة بُنى فى عهد تشين شيه-هوانج-تى هو مجمع دفن هائل الحجم يسمى مقبرة تشين. وقد اكتشفه الأثريون سنة ١٩٧٤، بالقرب من مدينة زيام الحالية. والمقبرة، وتضم ٥٠ كيلومتراً مربعًا، عبارة عن مجمع تحت الأرض، صُمم بحيث يشبه جبلاً منخفضًا ذا أشجار. وعُثر به على ٦٠٠٠ تمثال من الطين النيئ لجنود فى تشكيلات القتال بالحجم الطبيعى، وعُثر فى حجر مجاورة على آلاف التماثيل الأصغر حجمًا. كما عُثر على اسطبل يحوى هياكل عظمية لخيول ومعها بقايا عربات مطعمة بالبرونز. كما كُشف النقاب أيضًا عن أحجار كريمة ثمينة ومنحوتات من حجر اليشم لأشجار وحيوانات، وكذلك عُثر على أقمشة حريرية. أما حجرة دفن الإمبراطور فلم تُكتشف بعد. ويشاع أن المقبرة حفرها ٧٠٠,٠٠٠ رجل واستغرق حفرها ٣٦ سنة.

فى السنوات الأخيرة من حياته نجا تشين شيه-هوانج-تى من ثلاث محاولات لاغتياله وصمد أمام التهديدات المستمرة بالثورة. وعندما تولى الحكم قرر أن أسرته سوف تبقى عشرة آلاف سنة، ولكنها فى الحقيقة تهاوت بعد أربع سنوات فقط من موته سنة ٢١٠ ق.م.، وحلت محلها أسرة هان. واعتُبِر تشين شيه-هوانج تى وأسرة تشين من الانحرافات الشريرة، ولكن الحقيقة تقول إن أسرة تشين وضعت الأساس لكل الأسرات التالية. ولا يزال السلطان الذى حققه تشين شيه-هوانج-تى فى مثل تلك الفترة القصيرة من الأمور التى تذهل المؤرخين. وتبقى مقبرة تشين وسور الصين العظيم شاهداً على ذلك السلطان الكبير.

كيلا ماسلانيتش (KYLA MASLANIEC)

ثيودوروس الساموسى (Theodoros of Samos) معمارى ومثَّال إغريقى (القرن السادس ق.م.)

هو معمارى من القرن السادس ق.م. من جزيرة ساموس اليونانية، ووضع تصميمات المعبد الإيونى الثالث المخصص للربة هيرا. وكان ثيودوروس ابنًا لرويكوس الساموسى، الذى كان معماريًا صمم أيضًا المعبد الضخم. ورغم أن بعض العلماء يعتقد أن ثيودوروس قد يكون ابنًا للمثال تلكليس، إلا أن الغالبية ترى أن تلكليس هو ابن آخر لرويكوس وأخ لثيودوروس.

وشيد ثيودوروس ورويكوس معبد هيرا فى مدينة هيريون بجزيرة ساموس، وهى المدينة التى ساد الاعتقاد بأنها مسقط رأس هيرا. وكانت جزيرة ساموس مزدهرة فى العصر العتيق بوجه خاص، كما كانت مركزًا للهندسة والفنون. وكان يحكمها طاغية يدعى بوليكراتيس، وهو الذى أمر ببناء ذلك المبنى التذكارى. بنى ثيودوروس المعبد على أنقاض مبنى تذكارى يعود تاريخه لما قبل التاريخ كان مخصصًا لتكريم هيرا (أم الآلهة)، وبناه بحجم هائل (كان بالمبنى ١٠٤ عمدان يصل ارتفاع كل منها إلى ١٨ مترًا)، حتى صار يُعرف باسم "قصر التيه بجزيرة ساموس"، (Labyrinth of Samos) على اسم المتاهة الشهيرة بجزيرة كريت. وقد وضع ثيودوروس تصميم المبنى وفقًا لقاعدة العشرة أجزاء حيث يُقسِّم مجال الرؤية إلى عشرة أجزاء كل جزء مكون من ٣٦. وباستخدام هندسة فيثاغورس (؟٥٨٠-٥٠٠ ق.م.) وهو أيضًا من ساموس، استخدم ثيودوروس زوايا تتناسب مع ٣٦ التى اتخذ منها قاعدة للعمل، مما نتج عنه تصميم اشتهر فى كل أنحاء عالم بلاد اليونان القديمة بتناسقه وعظمته. وجعل هذا الحجم الهائل من معبد هيرا، بوصفه نمطًا معماريًا، مبنى لم يسبق له مثيل فى عمارة المعابد الإغريقية. كان ثيودوروس أول من استخدم نظام الأجزاء العشرة فى التصميم، الذى أصبح مرادفًا للعمارة الإيونية. وصمد هذا الطراز لما يزيد على ٧٠٠ سنة حتى استخدم معماريو العصور الوسطى فيما بعد مبادئ مماثلة للتناسب فى تصاميمهم للكاتدرائيات القوطية. ومن المفارقات أن معبد هيرا الذى بناه ثيودوروس لم يصمد إلا

أقل من مائة عام. ويعزو العلماء تهدمه الجزئى إلى هجوم فارسى أو زلزال أو لأن أساساته غاصت فى باطن الأرض.

وبحلول منتصف القرن السادس، كانت أنباء معبد هيرا الهائل الحجم قد وصلت إلى أسماع إفيسوس، وهو مرفأ قديم متعدد الجنسيات. وحتى لا يتفوق عليهم الساموسيون، شرع الإفيسيسيون المنافسون فى تشييد معبد عملاق مكرس للربة أرتميس. وقدم ثيودوروس الإشراف والمشورة الفنية للمعماريين الكريتيين المسئولين عن بناء المعبد. واستغرق تشييد معبد أرتميس عشر سنوات (٥٦٠-٥٥٠ ق.م.) وبُنى وفقًا للطراز الإيونى لثيودوروس، وكان به ١٢٧ عمودًا من الرخام الأبيض ارتفاع كل منها ٢٠ مترًا وتحيط بباطن المعبد. كان المعبد أضخم المعابد وقتئذ، وأول معبد يُشيد كليةً من الرخام. وكان بمقدور الصيادين على متن الزوارق المقتربة من المرفأ أن يشاهدوا المعبد الأبيض الهائل قبل أن يروا اليابسة. وتم الاعتراف بمعبد أرتميس الذى شيده ثيودوروس كواحد من العجائب السبع فى العالم القديم.

ويضاف إلى ذلك أن ثيودوروس وأخاه تلكيس كانا مَثّالَين متمرسين. ولما كانا قد أمضيا بعضًا من الوقت فى مصر فقد قيل إن الأخوين كانا يستخدمان التقنيات المصرية فى النسبة والتناسب، بحيث إن ثيودوروس، وهو مقيم فى إفيسوس، وتلكيس، وهو مقيم فى ساموس، كان بوسع كل منهما أن يصنع مستقلاً عن الآخر، نصفى نفس التمثال وفيما بعد يوصلان النصفين على نحو متقن تام. وعندما نحت الأخوان تمثال أبوللو البيثى (Pythian Apollo) بهذه الطريقة قيل إن نصفى التمثال تطابقا وكأنهما صنعهما نفس المَثّال. جلب ثيودوروس من مصر إلى بلاد اليونان تقنيات صهر الحديد وصبه فى قوالب لصنع تماثيل مسبوكة. وفيما بعد حَسّن ثيودوروس التقنية واستخدمها فى لحام البرونز وصبه.

وطوال حياته، استخدم ثيودوروس مقدراته الرياضياتية والعلمية فى أغراض فنية. وبجانب العمارة ونحت التماثيل صنع ثيودوروس أيضًا ختمًا من الزمرد لبوليكراتيس حاكم ساموس، وكتب بحثًا عن معبد هيرا، واخترع أدوات للحِرفيين منها المخرطة.

برندا ويلموث ليرنر (BRENDA WILMOTH LERNER)

جستنيان الأول إمبراطور بيزنطى (٤٨٣-٥٦٥)

جستنيان الأول هو أشهر إمبراطور من أباطرة بيزنطة، أو الإمبراطورية الرومانية الشرقية. وبعد أن صار إمبراطوراً شرع فى برنامج واسع للبناء كانت نتيجته العديد من الأمثلة الفخمة للعمارة البيزنطية المبكرة، شملت كنائس وقنوات مياه وترع، فى كل أرجاء القسطنطينية. وأمر بتشييد كنيسة الحكمة المقدسة، أو أيا صوفيا وهى أشهر مثال للعمارة البيزنطية. وقد صمد للزمن عديد من برامجه الإدارية التى أصدرها كإمبراطور وأُدمِجت فى السياسات الحديثة.

ولد فلافيوس بتروس ساباتيوس جستنيان (Flavius Petrus Sabbatius Justinian) سنة ٤٨٣ من أبوين سلافيين فى بلد يقع على الساحل الشرقى لبحر الأدرياتيك. ولا يُعرف عن سنواته المبكرة إلا القليل فيما عدا أنه فى صباه تبناه عمه الإمبراطور جوستين الأول، وأنه تعلم فى القسطنطينية. وفى ٥٢٧ عينه عمه حاكماً مشاركًا للإمبراطورية. ولما مات عمه بعدها بشهور قلائل أصبح جستنيان الإمبراطور الأوحد.

اشتهر جستنيان بأنه كان حاكمًا قويًا وإداريًا ممتازًا. وعندما تسلم دفة الحكم كانت قوانين الإمبراطورية فى حال من التشوش. فالكثير منها كان قد عفا عليه الزمن، ومتناقضة مع بعضها، وتباينت تفاسير المقاطعات المختلفة للقوانين. ومن بين أهم منجزاته كان قانونه الذى جمع كل قوانين الإمبراطورية الرومانية ووحدها فى نظام واحد، صار يُعرف باسم "قانون جستنيان" (Codex Justinianus) وتضمن أكثر القوانين منطقيةً وعدالةً. وفى القرون التالية، عندما بدأت أوروبا فى التطور إلى دولٍ، أصبح هذا القانون الأساس القانونى للحكومات الجديدة. ونجد اليوم أن قوانين غالبية الدول الأوروبية والكنيسة الرومانية الكاثوليكية يتضح فيها تأثير تلك القوانين التى جمعها جستنيان الأول.

نعمت الإمبراطورية الرومانية الشرقية فى عهد جستنيان بأعظم أمجادها. واستخدم الأموال التى كانت تأتيه من الضرائب فى تشييد أبنية فى مدينة القسطنطينية العاصمة. وازدهر العصر الذهبى للفنون والعمارة البيزنطية المبكرة فى عهد جستنيان، الذى كان بنّاءً غزير الإنتاج وراعيًا للفنون. وفى كل أنحاء إمبراطوريته الفسيحة الأرجاء أمر ببناء القلاع والقنوات وبناء أو إعادة بناء ٣٠ كنيسة. وأشهر تلك الكنائس هى كنيسة الحكمة المقدسة أو أيا صوفيا فى القسطنطينية. وكانت تلك الكنيسة، التى صممها وشيدها إيزيدوريوس المليتى وأنتيميوس من تراى، مثالاً رائعًا للعمارة البيزنطية.

بُنيت أيا صوفيا فى خمس سنوات وتحوى طرازًا من المعمار يُعرف باسم "المعمار المعلق"، الذى يضفى على الكنيسة مسحتها السماوية. واستُخدِم فى بناء المبنى المقبب المعمار المعلق، وهو تقنية كانت جديدة وقتها، تدعم القبة بإطار مربع الشكل مكون من أربعة أقواس هائلة الحجم. ويعطى هذا الإنجاز الهندسى المبنى إحساسًا بثبات منعدم الوزن وخداعًا بصريًا بالرحابة.

وأسهم جستنيان أيضًا فى تطوير نمط من الفن يُعرف بالفسيفساء، الذى كان الوسط المفضل للزخرفة الداخلية لأيا صوفيا وغيرها من الكنائس البيزنطية. وكانت الفسيفساء تُصنع بجمع قطع صغيرة من الزجاج الملون أو المينا، والتى كانت أحيانًا تغطًى بورق الذهب، بحيث تكون صورًا وتصاميم. وانتشرت على الجدران وقباب الكنائس فخلقت تأثيرًا مشرقًا دعمت السمات الصوفية للكنيسة المسيحية، كما أسهمت فى زخرفة البلاط الإمبراطورى الذى كان يترأسه الإمبراطور جستنيان الأول.

ليزلى هتشينسون



جستنيان الأول

ديونيسيوس إكسيجيوس (Dionysius Exiguus) لاهوتى ورياضياتى وفلكى إسكيذى (؟٥٠٠- ؟٥٦٠م)

عُرف ديونيسيوس إكسيجيوس، وهو لاهوتى ورياضياتى وفلكى رومانى، بسبب ابتكاره لتقويم مسيحى تم دمجه فيما بعد فى التقويم الجريجوريانى المستخدم الآن. وإضافة إلى قيامه بحسابات لتحديد موعد عيد الفصح، فقد اشتهر تقويم ديونيسيوس بسبب تثبيته لنقطة بداية التقويم بميلاد يسوع المسيح، وبهذا أدخل إلى حيز الاستخدام مصطلحات "ق.م." (B.C.) (قبل الميلاد) و "م" (A.D.) (ميلادية).

ولا يُعرف إلا القليل عن حياته المبكرة. غير أنه من الثابت أنه وصل إلى روما فى حوالى وقت وفاة البابا جيلاسيوس الأول سنة ٤٩٦، وهو البابا الذى كان قد استدعاه ليقوم بتنظيم الأرشيفات الرسمية لمراتب هيئة كهنوت الكنيسة. وكانت الإمبراطورية الرومانية قد صارت حطامًا وتهدمت مدينة روما نفسها وتكاد تكون مهجورة.

كان ديونيسيوس رياضياتيًا وفلكيًا متمرسًا، كما كان أستاذًا فى اللاهوت، وأمضى أيامه يعمل فى مجمع يُعرف اليوم باسم الفاتيكان، وكتب الكثير من قوانين

الكنيسة وأمضى جانبًا كبيرًا من الوقت يفكر فى كيفية تنظيم الوقت نفسه. وعمل كباحث بالكنيسة لسنوات عديدة، وفى سنة ٥٢٥ وبناء على طلب البابا يوحنا الأول شرع فى إجراء حسابات قُدِّر لها أن تصبح أساسًا للتقويم الجريجورياني بعدها بقرون. وأنذاك، كان التقويم اليولياني، الذى ابتكره يوليوس قيصر (١٠٠-٤٤ ق.م.)، مستَخدمًا بوصفه التقويم الذى تسير الكنيسة بمقتضاه. وكان من بين المعضلات الكبرى التى واجهت المشتغلين بضبط الوقت من الرومان حساب مواعيد الأيام المقدسة، وبخاصة عيد الفصح.

طلب البابا يوحنا الأول من ديونيسيوس أن يجرى حسابات لتحديد مواعيد عيد الفصح المستقبلية. وكانت الكنيسة قد تبنت صيغة قبل ذلك بما يقرب من مئتى عام تحدد أن عيد الفصح يجب أن يقع يوم الأحد الأول بعد تمام أول بدر يعقب الاعتدال الربيعى. درس ديونيسيوس أوضاع القمر والشمس بعناية وتمكن من أن يخرج بجدول يحوى المواعيد المستقبلية لعيد الفصح، بدءًا من عام ٥٣٢، وأثار هذا الجدول بعضًا من الخلاف لكنه تم تقبله. وفى تلك الآونة كانت غالبية الناس تستخدم سنةً حُددت بأنها إما سنة ١٢٨٥، ويعود تاريخها إلى تأسيس مدينة روما، أو ٢٤٨ المبنية على تقويم بدأ مع أول سنة من حكم الإمبراطور دقلديانوس.

ودافع ديونيسيوس عن قراره مؤكدًا أن حساباته مستمدة من تاريخٍ موثقٍ لميلاد يسوع المسيح. قائلاً إنه: "آثر أن يحسب السنين من تجسد الرب، لكى يجعل من أسس أملنا أمرًا معروفًا". وتعكس الجداول الجديدة لعيد الفصح هذا الاختيار، الذى بدأ من سنة ٥٣٢ م (anno Domini nostri Jesu Christi DXXXII, or A.D.). واستخدم نظام ديونيسيوس المصطلحين "ميلادى" (A.D. after Christ's birth) و"ق.م." (قبل الميلاد) (B.C. before Christ) غير أن ديونيسيوس أخطأ فى اعتبار أن ١ م هى سنة ميلاد المسيح، نظرًا لعدم وجود قيمة "الصفر" فى نظام الأعداد الرومانية، بدلاً من ٤ ق.م. أو ٥ ق.م. كما هو متعارف عليه اليوم. وفيما بعد، عدل البابا جريجورى فى القرن السادس عشر التقويم اليوليانى وأدمجه فى تقويمه، بما يحمله من مشكلة فقدان أيام

بأكملها بمرور الزمن، وهو التقويم الذى يُعرف باسم التقويم الجريجوريانى. وهو اليوم أكثر التقاويم شيوعًا واستخدامًا فى العالم.

وبالإضافة إلى مهاراته كرياضياتى وفلكى، كان ديونيسيوس ذا مكانة رفيعة كلاهوتى. وينُسب إليه كتابة مجموعة من ٤٠١ قانون كنسى أو نصوص مقدسة صارت وثائق تاريخية مهمة تتناول السنوات المبكرة للمسيحية. كما أنه مسئول أيضًا عن جمع مجموعة مهمة من المراسيم التى كتبها البابا سيريكيوز (Siricius) (٣٤٤؟-٣٩٩) والبابا أناستاسيوس الثانى (Anastasius II) (؟-٤٩٨). وترجم عديداً من الأعمال من اليونانية إلى اللاتينية، وبهذا حفظ وثائق كثيرة مهمة للعلماء اللاحقين.

ليزلى هتشينسون (LESLIE HUTCHINSON)

ستسيبيوس السكندرى (Ctesiblus of Alexandria) فيزيائى ومخترع إغريقى (٣٠٠؟-٢٠٠؟ ق.م.)

كان ستسيبيوس (وتُنطق أيضًا كتسيبيوس) فيزيائيًا ومخترعًا إغريقيًا ربما يكون ولد فى الإسكندرية فى حدود ٣٠٠ ق.م. وكان الأول بين عدد من الأغارقة أصبحوا جزءًا من التقاليد الهندسية القديمة والعظيمة فى الإسكندرية بمصر، وبهذه الصفة كان سلفًا مؤثرًا للعديد من المخترعين اللاحقين. وفى حين كان مخترعًا متحمسًا وغزير الإنتاج، إلا أنه اشتهر بسبب اختراعين معينين. أولهما التحسينات التى أدخلها على الكليبسيدرا أو الساعة المائية، التى كانت تحسب الوقت بتنقيط المياه بمعدل ثابت. والاختراع الثانى كان "الهيدروليس" (hydraulis) أو الأرغن المائى، وهو جهاز ميكانيكى يُدفع فيه الهواء بضغط المياه إلى أنابيب الأرغن فيصدر أصواتًا.

وعلى غرار الكثير من الشخصيات المهمة فى العصر القديم لا يُعرف عن حياة ستسيبيوس إلا النزر اليسير. وليست ثمة مصادر مباشرة تناولت حياته وزمانه، وكل

ما هناك صورة ضبابية عامة عن حياته تجمعت من شذرات من كتابات مؤرخين مختلفين. وولد ستسيبيوس لأب كان حلاقًا وبدأ حياته فى نفس المهنة. ومن بين أوائل مخترعاته كانت مرآة متعلقة بالمهنة مزودة بثقل موازن.

كان الجهاز يتضمن مرآة موضوعة فى نهاية عمود أنبوبى، وفى الطرف الآخر يوضع ثقل موازن من الرصاص من نفس وزن المرآة بالضبط. وبهذا يمكن ضبط المرآة بحيث تناسب طول كل زبون. ولاحظ ستسيبيوس أيضًا أنه عندما يحرك المرآة فإن الثقل يتأرجح إلى أعلى وإلى أسفل مصدرًا صفيرًا. وأدرك أن هذا الصفير نتيجة لخروج الهواء من الأنبوب وتساءل عما إذا كان من الممكن استغلال هذه الخاصية فى صناعة موسيقى. فبدأ يتفكر فى قوة كل من الهواء والماء واستغلها فى مخترعاته.

ويُنسب إلى ستسيبيوس فضل بناء تماثيل ومضخات وساعات مائية كلها تغنى، وكذلك أول آلة ذات لوحة مفاتيح. ونتج من التحسينات التى أدخلها على الساعة المائية إنتاج أجهزة لقياس الوقت لم تصل أجهزة أخرى إلى درجة دقتها لما يربو على ١٥٠٠ سنة.

والمجتمع الحديث يتحكم فيه الوقت إلى حد كبير. ونحن نحتاج إلى أجهزة دقيقة لقياس مرور الوقت ونعتمد عليها. غير أن تلك ظاهرة حديثة نسبيًا. ففى الماضى كانت قوى الطبيعة، وليس الزمن المجرد هى التى تتحكم فى حياة الناس. ويضاف إلى ذلك، أن التقنيات اللازمة للقياس الدقيق للزمن لم تكن مفهومة تمام الفهم. وفى أيام ستسيبيوس كانت الساعات المائية تحدد الوقت الذى يُسمح فيه للمتهمين بالكلام أثناء المحاكمة. وكانت أجهزة مبسطة تشبه الساعة الرملية، ولكن باستخدام الماء بدلاًمن الرمل كوسيلة لقياس الوقت. فكان الماء يوضع فى إناء به ثقب فى قاعه، ومع نفاد الماء كذلك كان وقت المتهم ينفد. وأدرك ستسيبيوس أنه مع تغير حجم الماء يتغير الوقت، ولهذا أدخل تحسينات على تصميم الجهاز بأن أضاف إنائين آخرين. أولهما يغذى الإناء الأول بالماء لإبقاء مستوى الماء ثابتًا والثانى به عوامة بها مؤشر ليحسب بدقة

عدد نقاط الماء المتساقطة. وبهذا ابتكر ستسيبيوس جهازًا لقياس الوقت بقى النموذج المحتذَى حتى القرن الرابع عشر، عندما حل الثِقل الساقط محل المياه الساقطة.

ويُنسب إلى ستسيبيوس أيضًا اختراع الأرغن. فقد لاحظ أن الماء يزيح الهواء فى دلو واستغل هذا المبدأ فى إبقاء الضغط داخل الأرغن مرتفعًا حتى أثناء وجود المضخة فى دورة الامتلاء. ونتج عن ذلك أن الأرغن صار يصدر أصواتًا بصفة مستمرة، يمكن تغييرها بواسطة صمامات تشغيل مختلفة. ومن سوء الحظ أن معلوماتنا عن ستسيبيوس متناثرة ووصلتنا بطرق غير مباشرة. ومن الجلى أنه كان عبقريًا فى الميكانيكا ترك أثرًا على أقرانه وترك تراثًا أكبر بكثير مما يُنسب إليه الفضل فيه.

جيمس ج. هوفمان

شوتوكو تايشى أمير يابانى (٥٧٤-٦٢٢)

ولد شوتوكو تايشى فى ياماتو باليابان سنة ٥٧٤، وبوصفه ولى عهد اليابان ساهم فى تشكيل الثقافة والتاريخ اليابانيين من أوجه كثيرة. وكان له دور فعال على وجه الخصوص فى نشأة الحكومة الدستورية اليابانية، فقد سمح بالتبادل الثقافى مع الصين، مما كان له أثر عميق على المجتمع اليابانى، كما أنه تولى مشاريع بنائية مهمة مثل مشاريع للرى والبناء. كان شوتوكو مؤلفًا وفير الإنتاج، وتمكن بذلك من زرع أفكاره الخاصة بالأخلاقيات والنظام الحكومى وكيف يجب أن يُسجَّل التاريخ. بل إنه ترك تأثيراته فى تسريحات الشعر سواء لمعاصريه أو فى الأزمنة الحديثة.

كان شوتوكو ابنًا لأسرة سوجا القوية، وكان الابن الثانى للإمبراطور يومى الذى كان ملكًا لفترة قصيرة. ونتيجة للاضطرابات السياسية تولت عمته العرش وعُين شوتوكو وليًا للعهد ووصيًا سنة ٥٩٣، وبقى فى هذا المنصب لما يقرب من ٣٠ سنة حتى وفاته فى ٦٢٢، وكان شوتوكو يؤمن إيمانًا راسخًا بأن الحضارة الصينية بها من

الأشياء المهمة ما يجعلها جديرة بأن تستخلص اليابان منها ما يفيدها. وكان أول عمل مهم له ترك أثرًا عظيمًا هو إرساله البعوث إلى الصين لتسهيل التبادل الثقافى. وكانت تلك أول محاولة من نوعها لما يزيد على مائة عام وفتحت أفاقًا للتبادل الثقافى والاقتصادى والسياسى.

كان لضخ الثقافة الصينية فى اليابان نتائج إيجابية عديدة. فمجرد أن فُتحت الأبواب الثقافية تدفق العلماء والرهبان والعمال المهرة والحِرفيون على اليابان وساعدوا على تحقيق الإصلاحات الاجتماعية والسياسية والدينية والاقتصادية. وتبنت اليابان التقويم الصينى وشجعت بقوة على تدعيم كلٍّ من البوذية والكونفوشيوسية. وكانت هناك فورة من بناء معابد بوذية لا يزال بعضها قائمًا حتى اليوم. غير أن أهم تغير حدث كان تبنى أسلوب الحكم الصينى.

وأعاد شوتوكو تنظيم قواعد البلاط مستوحيًا النموذج الصينى وأنشأ نظامًا للطبقات الاجتماعية يتم التعرف عليها بلون غطاء الرأس المرتبط بها. وكان ذلك تغيراً حكوميًا مهمًا، لأنه ساعد على التخلص من النظام القائم على تفضيل الأقارب وأحل مكانه نظامًا يعتمد على الكفاءة. غير أن أهم إسهاماته كان تبنى دستور على النمط الصينى فى ٦٠٤ م.

أصبح "الدستور المكون من سبع عشرة مادة" من أهم الوثائق فى تاريخ اليابان. وكان المقصود بهذا الدستور، الذى ألفه شوتوكو، أن يكون نموذجًا للحكومة اليابانية، وشَكَّلَ الأساس الفلسفى للحكومة اليابانية للأجيال التالية. وهو يتكون من مجموعة من التعليمات، موجهة إلى الطبقة الحاكمة، تتناول المفاهيم الأخلاقية ونظام الدواوين الحكومية. وترسخت بحزم فى هذا الدستور الفلسفة الكونفوشيوسية، رغم أنه يحتوى أيضًا على عدد من العناصر البوذية. وهو يؤيد المعتقد بأن ثمة ثلاث ممالك فى الكون: السماوات والبشر والأرض. كما أنه يقرر أيضًا أن الرفاهية العامة للناس هى من مهام الإمبراطور، الذى وضعته إرادة السماء فى السلطة. كما أكد أيضًا على فضائل أخرى مثل التناسق والنظامية والتطور الأخلاقى.

كان تأثير شوتوكو بعيد المدى وذا طبيعة سياسية وثقافية. بل إنه ترك أثره فى تصفيف الشعر الذى لا يزال متبعًا حتى اليوم، والذى يعكس الثقافة اليابانية التقليدية. فكان يصفف شعره مرفوعًا إلى أعلى مكونًا عقدة وخصلاً تنساب فوق رأسه. وبإعادة تنظيمه للحكومة والثقافة اليابانيتين، ترك شوتوكو لليابان نظامًا مركزيًا محددًا وتراثًا ثقافيًا ثريًا.

جيمس ج. هوفمان

فيتروفيوس (Vitruvius) معمارى ومهندس رومانى (مات حوالى ٢٥ ق.م.)

أشهر ما يُعرف به فيتروفيوس هو كتابه "المعمار" (De architectura)، وهو أول محاولة لدراسة شاملة لفن المعمار. وهذا الدليل لا يتناول طرق البناء ومواده فحسب وإنما يبحث أيضًا فى وضع فنون المعمار فى الإطار الأكبر للفنون الحرة. ورغم أن تأثير الكتاب على المعماريين الرومان اللاحقين كان محدودًا إلا أن "المعمار" شاعت قراءته فى عصر النهضة وأصبح مرجعًا للمعمار الكلاسيكى.

ولا يُعرف عن حياة فيتروفيوس إلا حقائق قليلة، وتبقى هويته موضع تساؤلات. والشىء المؤكد الوحيد هو اسم عائلته، فيتروفيوس. وثمة أسباب وجيهة تشير إلى أنه كان يُكنى بوليو، وكثيرًا ما يشار إليه اليوم بوصفه ماركوس فيتروفيوس بوليو (Marcus Vitruvius Pollio) . وعمل بوظيفة ما لدى يوليوس قيصر (١٠٠-٤٤ ق.م.) وفيما بعد عُين مهندسًا عسكريًا بواسطة أوكتافيان (٦٣ ق.م.-١٤ م) الذى أصبح الإمبراطور أغسطس. وبعد اعتزاله أصبح تحت الرعاية الملكية. ومشروع الهندسة المدنية الوحيد المنسوب إليه هو بناء مبنى على الطراز البازيليكى فى فانوم فورتونى (Fanum Fortunae) فانو الحديثة على سواحل إيطاليا المطلة على البحر الأدرياتيكى).

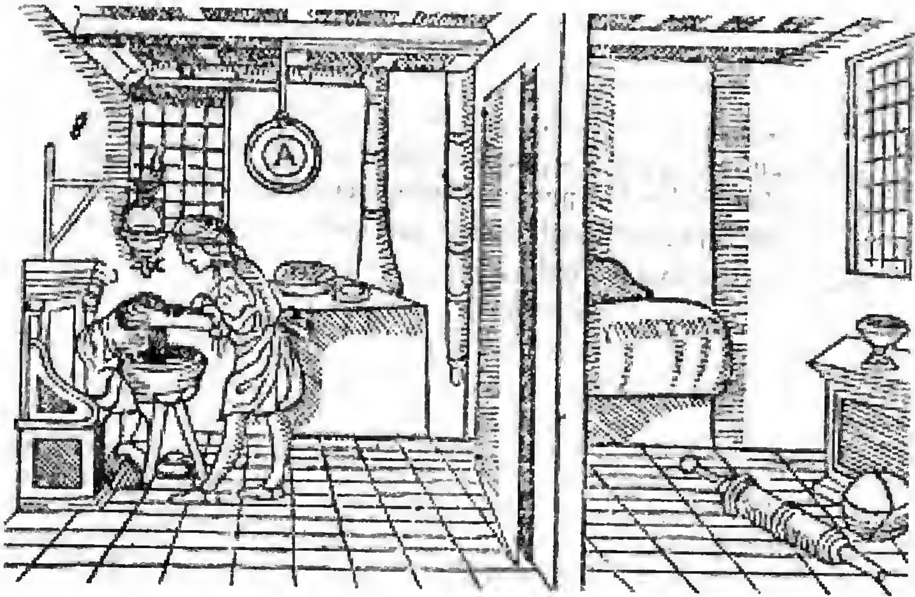
وتغطى الأجزاء العشرة من كتاب "المعمار" تنوعًا واسعًا من الموضوعات. ويبدأ فيتروفيوس بمناقشة عن طبيعة العمارة، مدعيًا أن مجال المعمارى يشتمل على كل المهام المتعلقة ببناء مدينة. وبالتالى، فإن فروع المعرفة التى يتعين على المعمارى أن يكون ملمًا بها تشمل الحساب والرسم والهندسة والبصريات والتاريخ والفلسفة والأدب والموسيقى والطب. ثم ينتقل إلى مناقشة تخطيط المدن - وهو تقسيم الأراضى بتحديد مواقع الشوارع، وتوزيع الأبنية العامة والخاصة، والوسائل والمواد المناسبة لتصميمها وتقنيات التزود بالمياه عن طريق المواسير والقنوات. كما يتناول بالتفصيل المواد ذات الأهمية الخاصة، ومنها الأرضيات وأعمال الجص والدهانات ومخططات الألوان. وتتناول الكتب القليلة الأخيرة من "المعمار" عددًا من الموضوعات التى، وإن بدت غير ذات علاقة، تقع فى نطاق اختصاص المهندس المعمارى القديم. وتشمل علم قياس الزمن، وبخاصة ما له علاقة بالساعات الشمسية؛ والميكانيكا، وخاصة ما يتعلق ببناء المنجنيق ومعدات الحصار، وما إلى ذلك من آلات القتال.

وكان ممارسون سابقون للعمارة والفنون قد أصدروا من قبل كتيبات من قبيل اللغو المنمق. ولم يكتف "المعمار" بأن يكون الوحيد من نوعه الذى بقى، وإنما كان أول عمَلٍ حاول أن يضم كل المجالات النظرية والعملية للعمارة. غير أن فيتروفيوس بدلاً من رؤية شاملة وتحليل موضوعى لتاريخ العمارة، عمد إلى الأخذ الانتقائى من الماضى لما يؤيد منهاجه الخاص.

وكانت السمات المميزة لمنهاج فيتروفيوس هى التحديد الكمى للمبادئ والقواعد التى تتحكم فى تصميم المنشآت وبنائها. فعلى سبيل المثال، حاول فيتروفيوس أن يختصر تصميم المعبد فى مجرد تطبيق القواعد التى تحكم أبعاد الأجزاء المكوِّنة وعلاقتها بكل المبنى. وابتدع، على وجه التحديد، تصنيفًا نوعيًا للمعابد المستطيلة الشكل. وشمل ذلك سبعة تصاميم مختلفة، لكل منها قواعده التى تحكم العلاقة بين الأعمدة والجدران. كما ابتدع أيضًا نظمًا تصنيفية أخرى أحدها مختص بالمنازل الخاصة بناه على طراز القاعة المركزية - أى طراز توسكانى أو كورينثى أو رباعى الأعمدة.

وأشهر تصنيفات فيتروفيوس وأهمها هى المتعلقة بالأعمدة، وحدد فيتروفيوس ثلاثة أنواع منها: الدورى والإيونى والكورينثى وهو نمط معدل من الطراز الإيونى. وتناول الظهور التاريخى لكل منها قبل أن يتحدث عن سماتها. ورأى أن العلاقة بين القاعدة والارتفاع فى الطراز الدورى غير المزين توحى بقوة الذكورة وصلابتها، بينما نحافة الإيونى المحزز، مع الأشكال الحلزونية فى رأس العمود تشى أكثر بالأنوثة. وبهذا أصبح اختيار الأعمدة يحدد سمات المبنى - الدورى أكثر مناسبة للمعابد المكرسة للإله مارس المولع بالقتال، والإيونى يناسب معبداً مكرساً لديانا.

ستيفن د. نورتون



رسم من كتاب "المعمار" لفيتروفيوس

كاسيودوروس ، فلافيوس ماجنوس أوريليوس (Flavius Magnus Aurelius Cassiodorus) رجل دولة رومانى ومؤرخ (؟٤٩٠-٥٨٥م)

ولد فلافيوس ماجنوس أوريليوس كاسيودوروس فى سكيليتيوم بروتيوم فى مملكة القوط الشرقيين (فى إيطاليا الحديثة) حوالى سنة ٤٩٠م. وكان كاسيودوروس رجل دولة ومؤرخًا وراهبًا ويُنسب إليه فضل إنقاذ الحضارة الرومانية من البربرية الوشيكة الحدوث.

كان كاسيودوروس ابنًا لأحد حكام المقاطعات أثناء فترة حكم ملوك القوط الشرقيين فى إيطاليا. وتعلم على يد أبيه حتى أصبح رجل دولة. وفى عام ٥٠٧ تعين بوظيفة قسطور الرومانية[1] (quaestor)، ثم بوظيفة قنصل فى ٥١٤. وفى ٥٢٦ أصبح رئيسًا للخدمة العامة. ونال آخر وظيفة سياسية سنة ٥٢٣ عندما اختير ليكون حاكمًا بريتوريًا (praetorian prefect) وأثناء عمله السياسى تحت حكم القوط الشرقيين اهتم كاسيودوروس بالتعليم العام وبتطوير بنية تحتية سليمة تسانده. ونجح بصورة نسبية فى تلك الجهود واستمرت آليات التعليم القديم فى الصمود تحت حكم البرابرة. وفى أثناء شغله لهذا المنصب أمضى كاسيودوروس حياته المهنية دون أحداث تنذر بالتأثير الكبير الذى أحدثه على التاريخ. واستمر حماسه للتعليم العام ورغبته فى المحافظة عليه فى بؤرة اهتمامه طوال حياته. غير أنه لم يحدث إلا بعد أن تقاعد من الوظيفة السياسية سنة ٥٤٠ أنه بدأ بهمة وإخلاص فى أهم أعمال حياته.

فبعد أن تقاعد كاسيودوروس تحول إلى راهب وأسس ديرًا اسمه "فيفاريوم" (Vivarium) وكان الهدف الأكبر للدير أن يحافظ على الثقافة الرومانية حية وأن تبقى

(١) قسطور هو مسئول الشئون المالية، (المترجم).

على مر العصور. وفي حين لم يكن كاسيودوروس مؤلفًا ولا عالمًا كبيرًا، إلا أنه كان حافزًا على المحافظة على النصوص الثقافية الرومانية وإعادة نشرها. وقد جمع كاسيودوروس كل أنواع المخطوطات وأمر رهبانه أن ينسخوها. وجدير بالذكر أنه لم يكتفِ بنسخ النصوص المسيحية بل نسخ أيضًا أعمالاً كانت تعتبر وثنية. وكان ذلك ذا مغزى لأنه حفز آخرين على أن يحذوا حذوه، وبهذا حافظ على الكثير من الأعمال الأدبية القديمة التي لم تكن لتبقى لولا ذلك. وأصبح ذلك نموذجًا احتذته الأديرة الأخرى في القرون التالية. وليس في هذا مبالغة، فلولا ذلك لضاع في خضم تفكك الإمبراطورية الرومانية الكثير من حكمة الأقدمين وفلسفاتهم.

وتندرج الأعمال الحقيقية لكاسيودوروس تحت بندين مختلفين. فقد كتب بإسهاب في موضوعات تاريخية وسياسية، منها ملخصات لقراراته أثناء العمل. كما كتب أيضًا نصوصًا تختص باللاهوت، مثل "دي أنيما" (De anima)، الذي تناول فيه الحياة بعد الموت والروح. وأكثر ما كتبه تأثيرًا كان ما ترجمته "سُنن الآداب الإلهية والدنيوية"، وكتبه لرهبانه ويبدو أنه كان مقصودًا منه أن يكون دليلاً للتعلم. ويتناول الجزء الأول دراسة النصوص المقدسة، بينما الجزء الثاني موسوعة. وشاعت قراءة الجزء الأخير أثناء العصور الوسطى وهو يعطي نظرة شاملة للفنون المتحررة. كما كان تصميم ذلك الكتاب أيضًا هاديًا في صناعة الموسوعات لعدة قرون.

ومن خلال إيمانه بالتعليم العام، نجح كاسيودوروس على نحو فعال في إنقاذ جانب كبير من الثقافة الرومانية من الضياع التام. ومن خلال كتاباته وإجباره رهبانه على الكتابة، ساعد في التأثير على آخرين ليفعلوا الشيء ذاته. ولا ريب في أن كاسيودوروس كان سيسر بنتائج جهوده، التي كان لها تأثير فاق كل توقعاته.

جيمس ج. هوفمان

كاليكراتيس (Callicrates) معماري إغريقي اشتهر في القرن الخامس ق.م.

رغم أنه لا يكاد يُعرَف شيء عن حياته الشخصية، إلا أن المعمارى الإغريقى كاليكراتيس يُنسب إليه فضل المشاركة (مع إكتينوس Ictinus) فى تصميم البارثينون فى أثينا، وهو جزء من الأكروبوليس. ويمثل المبنى، الذى بُنى لبركليس الزعيم السياسى البارز، محاولة إغريقية للوصول إلى النظام المثالى. واستغرق بناء البارثينون من ٤٤٧-٤٣٨ ق.م. تقريباً.

تمتعت أثينا بعصر ذهبى أثناء العهد الطويل لبركليس فى القرن الخامس ق.م. غير أن أكثر ما صمد من منجزات بركليز كان حملة تجميلية أظهرت قوة أثينا وسلطانها لباقى أنحاء العالم. فقد كان يؤمن بأن عظمة أثينا يجب أن تكون واضحة للجميع.

كلف بركليس فيدياس (وهو مثال شهير) بتنفيذ برنامج لبناء الأكروبوليس، الذى يقف عاليًا على هضبة صخرية مطلاً على المدينة، وكان البارثينون بمثابة جوهرة التاج للأكروبوليس. ولجأ فيدياس إلى إكتينوس لوضع تصميم للمعبد (كان إكتينوس أشهر معمارى فى زمانه)، بينما كان يشار أحيانًا إلى كاليكراتيس بأنه "سيد البنائين" أو "سيد الأعمال". وفى هذا المجال، عمل كاليكراتيس أساسًا كمقاول لإكتينوس ومديرًا فنيًا.

ويظن بعض العلماء أن كاليكراتيس كان المعمارى الرسمى لأثينا. وخمن آخرون أن اهتماماته كانت تجاه الجوانب التقنية والإدارية للهندسة. فإن كان الافتراض الأخير هو الصحيح، لوجدناه يقود عملية بناء البارثينون بما فيها الإشراف على العمال، ولكنه لا يكون مسئولاً عن الجوانب الجمالية.

أصبح البارثينون المركز الروحى لأثينا. وفى حين كان العديد من المعابد الإغريقية الأخرى تمارس فيها عبادة عدد من الآلهة، كان البارثينون مخصصاً لأثينا ربة الإبداع والحكمة. ويمكن رؤية المبنى من كل أنحاء المدينة ومن الميناء فى استعراض لقوة المدينة وبأسها أمام السفن العابرة.

ويبدو البارثينون بسيطًا ومستقيمًا، فهو مجرد مستطيل به أعمدة، ولكن نظرةً أكثر تفحصًا تكتشف أن بساطته خادعة. فكثير من خطوط البارثينون تبدو إما مستقيمة أو مستدقة الطرف، ولكنها فى حقيقة الأمر لا هذا ولا ذاك. واستخدم إكتينوس وكاليكراتيس الرخام اليونانى فى تشييد المبنى، مما يجعله أول مبنى يُبنى بالكامل من الرخام، بما فى ذلك بلاط السقف. كما التزم المصممون بقواعد صارمة للنسبة والتناسب فى كل المبنى.

ووقفت خارج البارثينون ثمانية أعمدة عند نهايات المبنى، و١٧ عمودًا على الجوانب. وفى الداخل، يكشف البارثينون عن حقيقة أنه مكان للعبادة. فقد صنع فيدياس تمثالاً خشبيًا هائل الحجم لأثينا بلغ ارتفاعه ١٢ مترًا. وغطى التمثال بالذهب والعاج؛ العاج للجلد والذهب للملابس. ولسوء الحظ، سُرق التمثال ونُقل إلى القسطنطينية فى القرن الخامس الميلادى وقضت عليه النيران فيما بعد. ولم يتبقَّ من التمثال إلا صورته على النقود ونسخ صغيرة مصنوعة من الرخام.

كما تمثل التماثيل داخل البارثينون أيضًا أرقى درجات الفن فى بلاد اليونان القديمة. وقد صمم فيدياس التماثيل، ولكنه استخدم العديد من المثالين الآخرين لاستكمال العدد الكبير من القطع الفنية. وغطيت القوصرة، وهى مثلث فى أعلى واجهة المبنى، بإفريز من النقوش البارزة بلغ طوله ١٥٢ مترًا. ويشهد صمود ما يربو على ١٢٨ مترًا من الإفريز على مدى حِرفية المثالين ومهارتهم.

ويُعتبر كاليكراتيس أنه صمم أيضًا معبد أثينا نايكى، على الأكروبوليس، الذى تقرر إنشاؤه فى ٤٤٩ ق.م.، بعد توقيع معاهدة مع بلاد فارس. وقد بُنى المعبد من رخام جبل بنتليكى وكان أصغر حجمًا بكثير من البارثينون المتسم بالمبالغة. وبعد تأخيرات كثيرة بدأ العمل فى المشروع فى ٤٢٧ ق.م. وانتهى فى ٤٢٤ ق.م.

ويضاف إلى ذلك أن العلماء يظنون أن كاليكراتيس صمم معبدًا إيونيًا صغيرًا على ضفاف نهر إليسوس فى أثينا ومعبدًا آخر كُرس لأبوللو فى جزيرة ديلوس. وذكر

البروفسير رايس كاربنتر عالم الكلاسيكيات الشهير فى كتابه "مهندسو البارثينون" (The Architects of the Parthenon) أن كاليكراتيس صمم أيضًا "الهيفايستيوم" (Hephaesteum) ومعبد بوزيدون فى سونيون ومعبد أريس فى أكارنيا ومعبد رامنوس.

وبالرغم من تقاطر السياح اليوم أفواجًا لمشاهدة البارثينون فى بلاد اليونان الحديثة، إلا أن المبنى مر بفترات من الاضطراب. ففى ٣٩٢م حُوِّل إلى كنيسة مسيحية وحل تمثال للعذراء مريم مكان تمثال أثينا. وبعد ذلك ببضعة قرون، تحول إلى مسجد. وفى ١٦٨٧ عانى المبنى من أسوأ مصير عندما استُخدِم كمخزن تركى للبارود. وتعمد جندى من البندقية أن يطلق النار على المبنى فنسف جانبًا منه. غير أن البارثينون صمد، وبعد دراسة استمرت بضع مئات من السنين يجرى الآن ترميمه.

بوب باتشلور

كالينيكوس الهليوبوليسى (Callinicus of Heliopolis) معمارى ومخترع سورى (٦٠٠؟-٧٠٠؟)

ولد كالينيكوس فى المدينة السورية هليوبوليس [بعلبك اليوم] فى وقت ما من القرن السابع. ولا يعرف عن حياته إلا القليل، ولولا اختراع واحد مهم لكان شأنه شأن بلايين الناس الذين تناساهم التاريخ. كان كالينيكوس معماريًا ويُنسب إليه اختراع النار الإغريقية. كان هذا السلاح الحربى مادة شديدة الانفجار إذا أُطلِق من ماسورة تشبه المدفع على قوات العدو وسفنه أو أبنيته، وكان يكاد يكون من المستحيل إخمادها. كان سلاحًا سريًا للإغريق البيزنطيين وكان حاسمًا فى تحقيق النصر فى العديد من غزواتهم العسكرية.

وفى حوالى الوقت الذى وُلد فيه كالينيكوس كان هناك نزاع كبير بين الإمبراطوريتين العربية والبيزنطية. وهو النزاع الذى امتد فى النهاية حتى طال

هليوبوليس السورية بلدة كالينيكوس حيث كان يعمل معماريًا ومخترعًا. فاضطر إلى الفرار كى يتجنب المعارك القادمة، وتوجه إلى القسطنطينية. كان كالينيكوس لا يزال متوجسًا خيفةً من العرب القادمين، فقد غادر بلدته قبل أشهر قليلة من معركة اليرموك. وكان يقلقه أن يستولى العرب على وطنه الجديد بعد أن استولوا على مسقط رأسه. ولهذا، يبدو أن هذا اللاجئ اليهودى بدأ يجرى تجارب على تركيبات لمواد كيماوية مختلفة ليتوصل إلى ابتكار سلاح يساعد فى الدفاع ضد العرب. وفى النهاية، وصل كالينيكوس إلى تركيبة معينة من المواد كانت ماكرة وبلغ من فعاليتها آنها ساعدت على تغيير مسار التاريخ. فقد ابتكر سلاحًا يعرف باسم النار الإغريقية، وأعطى تركيبته للإمبراطور البيزنطى.

والتركيبة الصحيحة للنار الإغريقية مجهولة. فقد بقيت سرًا من أسرار الدولة لا يعلمه إلا الإمبراطور وأسرة كالينيكوس التى كانت تصنعها. ورغم أن التركيبة الصحيحة للنار الإغريقية لا تزال مستعصية علينا حتى اليوم، إلا أنه من المفترض أنها كانت مزيجًا من النفط والقار والكبريت وربما الملح الصخرى [نترات الصوديوم]، وربما أيضًا بعض المكونات المجهولة. وعندما يتعرض المزيج للهواء يشتعل تلقائيًا ولا يمكن إطفاؤه بالماء. بل إن هذه المادة تستمر فى الاشتعال حتى لو غُمرت تحت الماء. وكانت هناك مواد محدودة تستطيع إخماد تلك النيران منها الرمال والبول.

ولكى يستخدمها الرومان بكفاءة ابتكروا أنبوبًا كبيرًا يعمل كقاذف، ثبتوه على ظهر سفينة ويعمل بنفس فكرة المِحقن. ومن هناك يمكن قذف النار الإغريقية إلى سفينة لإشاعة الدمار عند الأعداء. وكانت هناك ميزة كبيرة أخرى وهى أن النار الإغريقية نادرًا ما تنفجر فى مستخدِمها. كان هذا السلاح مؤثرًا وأعطى البحرية الرومانية مزايا واضحة.

وقد استُخدمت النار الإغريقية بنجاح لأول مرة بواسطة الأسطول البيزنطى ضد الغزاة العرب فى معركة سيزيكوس، قبالة سواحل القسطنطينية فى ٦٧٣م. وقد منح هذا السلاح مستخدميه مزايا تكتيكية قاطعة بحيث قورن استخدامه فى الحروب فى

تلك الأوقات باستخدام الأسلحة النووية فى الأزمنة الحديثة وتأثيراتها المدمرة للمعنويات. وتتفق المصادر التاريخية لكتاب رومانيين وإغريق وعرب على أنها تفوقت على كل أسلحة ذلك العصر الحارقة فى تأثيراتها المادية والنفسية. ولهذا تدين سيطرة الأسطول الرومانى وطول بقائه بالفضل الكبير لكالينيكوس وسره المكنون.

جيمس ج. هوفمان

هادريان إمبراطور رومانى (٧٦-١٣٨)

أثناء ما يربو على عشرين سنة قضاها إمبراطوراً، تجول هادريان فى أنحاء إمبراطوريته المترامية الأطراف، للتأكد من رفاهية مواطنيها وحسن عيشهم، ولبناء دفاعاتها، ولمتابعة مشاريع الأشغال العامة بما فيها بناء السور الذى يحمل اسمه فى شمال بريطانيا.

ويُعتقد أن هادريان، واسمه اللاتينى بالكامل هو بوبليوس أوليوس هادريانوس (Publius Aelius Hadrianus)، قد ولد فى إيتاليكا بلدة أسرته التى تقع اليوم فى جنوب إسبانيا. ومات أبوه عندما كان هادريان فى العاشرة من عمره، وانتقل للعيش مع ابن عمه ألبيوس تراجانوس (Ulpius Trajanus) وعاد إلى إيتاليكا بعد خمس سنوات وتلقى تعليمه العسكرى، ولكنه لم يبقَ هناك أكثر من سنوات معدودة قبل أن ينتقل إلى روما ويبدأ صعوده إلى القوة والسلطان. وعمل بوظيفة تريبيون حربى فى ثلاثة فيالق رومانية فى مقاطعات مويزيا العليا والسفلى.

وفى عام ٩٧ استُدعِى إلى بلاد الغال ليزجى التهنئة لتراجان الإمبراطور الجديد. ونال هادريان حظوة عند ليسينيوس سورا (Licinius Sura) وهو الرجل الذى كان مسئولاً عن وصول تراجان إلى المنصب، واكتسب ثقة بلوتينا زوجة تراجان. وفى سنة ١٠٠ تزوج هادريان من حفيدة أخت تراجان فيبيا سابينا (Vibia Sabina).

وبعدها بعامين عينه تراجان قائداً للفيلق الأول، ودعاه لمساعدته فى الحرب الداشية (Dacian war) فى رومانيا.

ترقى الشاب صنيعة الإمبراطور إلى وظيفة بريتور٧ سنة ١٠٦، ثم أصبح حاكماً لمقاطعة بانونيا السفلى بعد ذلك بسنة، ثم نال وظيفة قنصل المحببة سنة ١٠٨، ولسوء الحظ مات سورا وتولت القوى المناهضة لسورا وبلوتينا مقاليد بلاط تراجان، مما أوقف صعود هادريان سلم السلطان لما يقرب من عشر سنوات. ولم يعد إلى المناصب العامة إلا سنة ١١٧ عندما كُلف بقيادة جيش تراجان فى سوريا أثناء الحروب الفارسية. وفى ٩ أغسطس علم هادريان أن تراجان قد تبناه. وبعدها بيومين أُعلن عن موت تراجان، فخلفه هادريان.

عزم هادريان على العودة إلى إيطاليا، غير أنه قبل أن يتسلم منصبه الجديد أمر أسيليوس أتيانوس (Acilius Attlanus) قائد الحرس البريتورى بإعدام أربعة من المنشقين فى روما ليؤكد على سلامة نظام هادريان واستقراره. غير أن هذه الفعلة جعلت الجمهور العام يتوجس خيفة من إمبراطوره الجديد، وعندما وصل هادريان كان عليه أن يسترد حظوته عند شعبه، وقد فعل ذلك بأعمال تنم عن الكرم البالغ وكذلك برعاية ألعاب متقنة للمجالدين (المصارعين).

ومكث هادريان ثلاث سنوات فى روما قبل أن يشرع فى رحلة مطولة فى أرجاء الإمبراطورية الرومانية. وبدأ ببلاد الغال حيث أرسى النظام بين جيوشه المتمركزة هناك، ثم عاود الترحال إلى بريطانيا سنة ١٢٢، وفى خلال السنوات الثلاث التالية زار أيضاً إسبانيا والبلقان وآسيا الصغرى. وعاد إلى روما فى ١٢٥، غير أنه ارتحل ثانية بعد ثلاث سنوات، وفى هذه المرة غامر بالسفر إلى شمال إفريقيا وواصل السفر حتى وصل مصر.

وطوال سنوات حكمه اشتهر هادريان باهتمامه بالفنون والمعمار. وأثناء زيارته لبريطانيا أمر بإنشاء سور هادريان ليحدد حدود إمبراطورية روما ولكى يحمى

المواطنين الرومان الذين يعيشون هناك. واستغرق بناء السور ست سنوات وبلغ طوله ١١٧٫٥ كيلومترات وكان يمتد من وولز إند-أن-تاين (Walls end-on-Tyne) في الشرق إلى بونس-أن-سولواي (Bowness-on-Solway) في الغرب. وفي روما أشرف على بناء الجسور والطرق والقنوات والمعابد. كما بنى أيضًا فيللا فخمة لنفسه في تيفولي خارج روما، وأشرف على بناء معبدي روما وفينوس، وأعاد بناء البارثينون الذي كانت النيران قد دمرته.

ثم قام هادريان برحلته الأخيرة إلى الخارج سنة ١٢٤ لكي يخمد ثورة يهودية في جوديا. وفي ١٢٨ اختار الإمبراطور الشيخ خليفته ذا الثمانية عشر عامًا أنيوس فيرسوس (Annius Versus)، الذي سيصبح فيما بعد ماركوس أوريليوس (Marcus Aurelius). ومات هادريان بعد مرض طويل في المصيف الساحلي بايي (Balae).

ستيفاني واتسون

هيرو السكندري مخترع ورياضياتي إغريقي (القرن الأول الميلادي)

كان هيرو (أو هيرون) السكندري كاتبًا غزير الإنتاج لكتب الرياضيات والتقنيات. وأشهر أعماله هي "علم خواص الهواء" (Pneumatics) و"المقاييس" (Metrica). ويُنسب إليه فضل اختراع أقدم نمط من الآلة البخارية، وابتكر أيضًا عددًا من الأجهزة الفنية منها عداد المسافات، وآلات لمساحي الأراضي، والعصارة اللولبية.

لا يُعرف عن حياة هيرو إلا القليل. وفي الحق، فإن الوقت الذي عاشه عليه خلاف، مع تخمينات تتراوح بين ١٥٠ ق.م. إلى ٢٥٠م. وتقع أكثر التقديرات دقة في حوالي ٦٢ م. وأقل من ذلك ما يُعرف عن حياته الشخصية. وبسبب عدد الكتب التي كتبها ومحتويات تلك الكتب ساد الاعتقاد بأنه كان يعمل في متحف الإسكندرية أو جامعتها حيث ربما كان يُعَلِّم الرياضيات والفيزياء وخواص الهواء والميكانيكا. ولعل الكثير من

كتب هيرو كان مقصوداً بها أن تكون كتباً مرجعية لدروسه. كما كان نوع شخصيته موضع خلاف أيضاً. ففي حين اعتبره البعض عديم الكفاءة وغير متعلم، ومجرد ناقل لأعمال العلماء الآخرين، اعتبره آخرون رياضياتياً ماهراً ومخترعاً خلاقاً.

وقد كتب هيرو العديد من الكتب، كان أطولها "علم خواص الهواء" وربما كان أكثرها قراءةً. وكان الكتاب شائعاً في العصور الوسطى وعصر النهضة. ويشرح الكتاب أجهزة مختلفة تعمل بالهواء، وأوصافاً لكيفية عملها. ولم تزد غالبية تلك الأجهزة عن ألعاب تستخدم في السحر والتسلية، مما حدا ببعض العلماء أن يعتقدوا أنه لم يكن عالمًا أو مخترعاً جادا. وذكر هيرو أن بعض المخترعات من ابتكاره وأن بعضها الآخر قد استعارها من آخرين، ولكنه لم يوضح أيًا منها كان من اختراعه، مما أعطى الانطباع بأنه كان مجرد جامع لمعارف آخرين. وتبنت الغالبية هذا الرأى قبل أن يُعثر على أعماله مثل "المقاييس" و"الميكانيكا". وظل كتاب "المقاييس"، وهو أهم أعماله في الهندسة، مفقوداً حتى سنة ١٨٩٦ ويحتوى على معادلات لحساب مساحات الأشياء مثل المثلثات والمخروطات والأهرامات. وأحياناً تُنسب مساحة المثلث إلى هيرو، ولكنه في أغلب الظن استعارها من أرشميدس (٢٨٧؟-٢١٢ ق.م.) أو من البابليين. ويتناول "الميكانيكا" الآلات والمشاكل الميكانيكية في الحياة اليومية وصنع الآلات. وعلى الرغم من الانتقادات التي وُجهت لهذه الكتب بسبب اهتمامها بما يشبه لعب الأطفال وكذلك لتشوش تلك الكتب، إلا أنها ربما كانت تستخدم كمراجع. ولعل الاهتمام بلعب الأطفال كان بهدف استخدامها في شرح مبادئ الفيزياء والألغاز للتلاميذ، وقد يكون التشوش سببه أن هذه الكتب لم تُستكمل مطلقاً. وتتضمن كتب أخرى لهيرو "ديوبترا" و"أوتوماتا" و"بارولكوس" و"بيلوبويكا" و"كاتوبريكا" و"تعريفات" و"الهندسة" و"دى منسوريس" و"ستيريومتريكا".

وكان اختراع الـ"إيوليبيل" أعظم منجزات هيرو، وهو ما يعتبره البعض أول آلة بخارية. وأتى ذكر تصميم هذه الآلة في كتاب "خواص الهواء". كما ورد ذكر أجهزة أخرى في نفس الكتاب، مثل السيفونات والنوافير وآلة تعمل بقطع النقود وآلة للنيران

وغير ذلك من أجهزة تعمل بالبخار. وفى كتاب "ديوبترا" يصف هيرو الديوبتر أو الديوبترا، وهى آلة لمسح الأراضى تشبه الثيودوليت التى يستخدمها المساحون لقياس الزوايا. كما كشف هيرو عن إلمام بالفلك فى فصل من فصول كتاب "ديوبترا"، يصف فيه طريقة للتوصل إلى قياس المسافة بين روما والإسكندرية باستخدام معادلة بيانية تعتمد على مواقع النجوم. وهناك اختراع مهم آخر لهيرو هو العَصَّارة اللولبية التى كانت وقتئذ وسيلة جديدة وأكثر فعالية لاستخراج العصير من العنب والزيت من الزيتون.

تنوعت إسهامات هيرو للعلم، رغم أن إخلاصه الذى لا يكل لجمع الأفكار والمعارف كان أمرًا ذا أهمية فى حد ذاته. ويشار إلى عدد من آلات هيرو، مثل الآلة البخارية، بوصفها أهم منجزاته. ورغم أنه لم يخترع الآلة البخارية كما نعرفها اليوم، إلا أنه يعتبر مساهمًا فى اختراعها فى النهاية. وكان للآلة البخارية تأثير عميق على المجتمع، فقد أتاحت إتمام الأعمال الشاقة بواسطة آلة، مما حرر الناس للتركيز على أشياء أخرى، مثل الاستكشافات والمكتشفات. كما استفاد مجال الرياضيات من هيرو. فقد سجلت كتبه المعارف الرياضياتية فى زمنه وأتاحت لآخرين أتوا بعده بأن يبنوا أعمالهم على هذا العمل.

كيلا ماسلانيتش

ون-تى سو إمبراطور صينى (٥٤١-٦٠٤)

ون-تى سو هو الاسم الذى أُطلق على يانغ تشين بعد وفاته، وكان إمبراطورًا للصين من ٥٨١ إلى ٦٠٤، وهو مؤسس أسرة سو، ويُنسب إليه أنه أعاد توحيد الصين وأعاد تنظيم شئونها بعد قرون من الاضطرابات. كان ون-تى مدربًا تدريبًا حسنًا فى الاستراتيجية العسكرية، واستغل ذلك فى قلب الحكومة واتخاذ لقب

إمبراطور. وأثناء حكمه تمت إصلاحات ومشاريع بناء كثيرة كان لها أثر كبير على الثقافة الصينية.

وكان ون – تى ينتمى إلى عائلة بالغة القوة وذات نفوذ طاغٍ وكانت تقليدياً تشغل مناصب رفيعة فى حكومة مكونة من عشائر غير صينية. وكانت هذه العشائر قد مزقت آنذاك أوصال الجانب الأكبر من جنوب الصين. وقد تربى ون – تى أولاً على يد راهبة بوذية، ولكنه عندما بلغ الثالثة عشرة من عمره التحق بمدرسة حكومية مخصصة لأبناء الطبقات العليا. وفى المدرسة أبدى اهتماماً بركوب الخيل والتدريبات العسكرية أكثر من التعبير الأدبى والتاريخ. وفى سن الرابعة عشرة دخل الخدمة العسكرية فى كتيبة يو-ون التابعة لأسرة تشو الحاكمة. وكانت هذه المجموعة ذات قوة عسكرية وغزت معظم شمال الصين. وأثناء هذه الحملة، أبلى ون-تى بلاء حسناً فى عمل قيادى وكوفئ بالزواج بواحدة من بنات ولى عهد تشو.

عانت أسرة تشو من فترة قلاقل فى أثنائها مات الإمبراطور فجأة وكان ولى العهد الجديد عديم الكفاءة. وأقنع ذلك ون-تى بأن من واجبه أن يطيح بأسرة تشو ويستولى على الحكم. ورغم أنه خاض معركة مريرة إلا أنه تمكن فى النهاية من السيطرة على الموقف بفضل تنظيمه المتفوق ومهاراته العسكرية. وأصبح إمبراطوراً فى ٥٨١، وتأسست أسرة سو.

ولما صار إمبراطوراً اختار أفضل الناس لمعاونته. وكانت أقصى أهدافه أن يعيد توحيد الصين. ولكى يحقق ذلك احتاج أن يتخلص من العاصمة الحالية. فبنى عاصمة جديدة وشرع فى تنفيذ مخططه الكبير بمركزية الحكومة وتوحيد الصين المزقة تحت حكم واحد. وتطلب ذلك أنواعاً مختلفة من الإصلاحات، من بين أهمها القضاء على نظام يقوم على تفضيل الأقارب فى الوظائف العامة، حيث تُمنح الوظائف الحكومية بالوراثة لا بالأداء والاختبارات والاقتراحات. وفى نفس الوقت، خطط ون-تى لغزو جنوب الصين. فشن هجوماً كاسحاً براً وبحراً للاستيلاء على تلك المنطقة.

وتشكل إنجازات ون-تى ما هو أهم من تقوية الإمبراطورية الصينية وتوحيدها. فقام بإجراءات من شأنها تحسين أداء الحكومة وحسن إدارتها. وحقق نجاحًا طويل الأمد على صورة إصلاحات سياسية ودستورية. وعدل القوانين وأعاد كتابة قانون العقوبات، وبنى بنية تحتية هائلة الحجم، وأدخل نظامًا للمراقبة والتوازن داخل حكومته. وعندما أُدخلت القوانين الجديدة تبين أنها أكثر تسامحًا من القوانين التى حلت محلها وبُذلت جهود كبيرة فى التعليم المحلى وتطبيق القوانين الجديدة. وتمت تقوية البنية التحتية من خلال مشاريع عديدة للأشغال العامة منها بناء القناة الكبيرة على سبيل المثال. وعندما انتهى العمل فيها تم إيصال شمال الصين بنهر يانجتزى. ونُظمت الحكومة المركزية كمنظمة متعددة المستويات، على رأسها الإمبراطور يعاونه ثلاثة وزراء مركزيين. وكل مستوى مسئول أمام المستوى الأعلى منه، وبهذا تكون نظام من المراقبة والتوازن.

وعلى الرغم من ثرائه ونجاحه، لم يبدُ على ون-تى أنه سعيد. فرغم أنه يكاد يكون قد حقق كل أهدافه، إلا أن حياته الأسرية كانت بائسة وتحرر من أوهام العقيدة. وبسبب ذلك أصر فى ٦٠١ على إقامة احتفال عام على شرفه. وبعدها بثلاث سنوات، سقط مريضًا ومات. وبذلك انتهى واحد من أكثر العهود الملكية فى الصين تأثيرًا.

جيمس ج. هوفمان

يوبالينوس (Eupalinus) معمارى ومهندس إغريقى اشتهر فى القرن السادس ق.م.

فى القرن السادس ق.م. صمم يوباليلنوس وشيد نفقًا يأتى بالمياه من مصدر خارج العاصمة ساموس إلى أهالى المدينة. وكان نفق يوباليلنوس، الذى كان يُعتبر واحدًا من عجائب الدنيا السبع، يمر من قمة تل ويمضى تحت الأرض لما يزيد على عمق ١٩ مترًا إلى خزان مياه فى المدينة. ومن الغريب أن الماء لا يزال حتى اليوم يجرى فى نفس المسار.

ولا يكاد يكون هناك اليوم معلومات تُذكر عن يوباليوس. وطبقًا لما ذكره إيزاك أسيموف (Isaac Asimov) كاتب قصص الخيال العلمى الأشهر، الذى كان أيضًا من عشاق بلاد اليونان القديمة ودارسيها، أن الإغريق "اهتموا بالفكر المجرد ولم يلقوا بالاً لسجلهم الخاص كمهندسين عمليين". ولهذا لم يتبقَّ إلا القليل من المعلومات عن رجال من أمثال يوبالينوس. وكل ما هو معروف هو أنه كان معماريًا / مهندسًا من مدينة ميجارا. ولكن عمله الشهير تم فى ساموس، وهى جزيرة فى بحر إيجه الشرقى، تبعد ما لا يزيد عن ميل عن سواحل آسيا الصغرى. وكان المؤرخ هيرودوت (ح ٤٨٤-٤٢٠ ق.م.) يعتقد أن ثلاثة من أكبر الأعمال الهندسية فى بلاد اليونان القديمة تقع كلها فى ساموس: المعبد الكبير الذى أُقيم تكريمًا للربة هيرا، وقناة يوبالينيوس، والسد البحرى المدهش الذى يحمى ميناءها.

وضعت بلاد اليونان القديمة معايير الأشغال العامة، بما فيها توصيل محطات المياه. وأدرك الزعماء أن الأشغال العامة ساهمت فى دفع عجلة الاقتصاد وأدت إلى أوضاع صحية أفضل للناس. وكثيراً ما ركز الزعماء المستبدون على الأشغال العامة لكسب ود المواطنين. وكان إيصال المياه إلى المدن من الأعمال الضخمة، وأمضى العديد من كبار المفكرين حياتهم يتناقشون فى هذا الأمر.

اعتمد الإغريق فى المقام الأول على القنوات والجسور لتوصيل المياه إلى المدن. وكانوا يفضلون تلك التجهيزات لأنهم اعتقدوا أن المياه لا يمكن نقلها إلا من أعلى إلى أسفل أو فى ممرات مستقيمة. ولهذا بنوا القنوات والجسور بين الجبال كى تعبر الوديان.

شرع يوباليـنوس فى العمل فى نفق ساموس بناءً على أوامر من بوليكراتيس (Polycrates) الحاكم المستبد للمنطقة. ومن اللافت للنظر أنه بعد أن وضع يوبالينوس تصميم النفق بدأ الحفر من نهايتيه فى وقت واحد، مما حدا بهيرودوت أن يطلق عليه اسم "النفق ذو الفوهتين". وليس من الواضح عدد من كانوا يعملون فى النفق فى نفس الوقت، ولكن التقديرات تتراوح بين شخصين على الأقل إلى خمسة عشر شخصًا على

أكثر تقدير. وعندما تلاقى الجانبان كانا على مبعدة ما لا يزيد على أربعة أمتار ونصف المتر من بعضهما. ويعتقد العلماء أن الفرق العاملة كانت تتكون من عبيد قاموا بحفر النفق فى الصخور مستخدمين المطارق والأزاميل.

وفى الأزمنة الحديثة درس النفق فريق ألمانى ووصل إلى تفاصيل تجعل إنشاءه أكثر إبهاراً. ففى نقطة منه اضطر العاملون إلى الانحراف عن الخطة لأن التربة كانت غير مستقرة. ورغم ذلك الانحراف نجح العمال فى ملاقاة زملائهم القادمين من الجهة الأخرى.

ولما كانت القناة تنقل مياه الشرب العذبة إلى المدينة فقد وجب أن تكون مبطنة بالكامل بالحصى. وكانت مواسير من الصلصال تنقل المياه عن طريق خندق محفور فى الأرضيات. وبعد عشر سنوات من العمل اكتمل النفق. وكان طوله حوالى ٩١٥ متراً وقطره حوالى ١,٨ متراً. وقد حُفر النفق فى صخور جبل كاسترو، ويقع النفق على ارتفاع أقل من ٣٠ متراً فوق سطح البحر.

وحاول أهالى ساموس أن يستخدموا النفق سنة ١٨٨٢، ولكنهم لم ينجحوا. وبعد ما يقرب من قرن، من ١٩٧١ إلى ١٩٧٣، شرع المعهد الأثرى الألمانى فى أثينا فى الكشف عن النفق. واليوم تزور النفق أرتال من السياح الذين يستمتعون بالجمال الطبيعى لساموس.

بوب باتشلور

شخصيات تستحق الذكر

أخناتون (أمينوفيس الرابع أو أمونحتب الرابع أو نفرخبرورع واعنرع) حكم ح ١٣٥٦-١٣٣٥ ق.م.

فرعون مصرى ومصلح دينى كرس نفسه لعبادة إله واحد هو رع حورأختى. تصور أخناتون أن رع حورأختى قد حل فى أشعة الشمس المتدفقة من أتون أو قرص الشمس، وبنى مدينة كبيرة هى أخيت أتون - أفق أتون - تكريمًا لإلهه وأجرى إصلاحات اجتماعية واسعة النطاق فى كل أنحاء مصر. وفى نهاية المطاف خُلع أخناتون عن العرش وشُجبت أعماله بوصفها مهرطقة. وأعيد اكتشاف أخيت أتون سنة ١٨٨٧ فى المدينة الحديثة تل العمارنة.

أرخيتاس التارانتومى (Archytas of Tarentum) اشتهر ح ٤٢٨-٣٥٠ ق.م.

رياضياتى وفيلسوف إغريقى استخدم النظريات الرياضياتية فى دراسة الموسيقى والهندسة والفلك. ولد أرخيتاس فى تارانتوم، وهى منطقة فى جنوبى إيطاليا كانت آنذاك تحت السيطرة الإغريقية. وكان من أتباع الفيلسوف فيثاغورس، الذى كان قد قرر أن الأعداد يمكن أن تُستخدم لفهم كل الظواهر تقريبًا. وكان من بين أعظم إنجازاته مضاعفة المكعب عن طريق بناء نموذج ثلاثى الأبعاد. كما أنه طبق النسبة والتناسب الرياضياتية فى دراسة النغمات والسلم الموسيقى فى التناسق الموسيقى (الهارمونية). كان أرخيتاس أيضًا رجل دولة عظيمًا وخدم كقائد عام فى تارانتوم لسبع سنوات.

أمنمحعت الثالث ١٨٤٢-١٧٩٧ ق.م.

فرعون مصر من الأسرة الثانية عشر (١٨١٨-١٧٧٠ ق.م). طور أمنمحعت من إمكانيات الزراعة في منطقة الفيوم إلى الجنوب الغربي من القاهرة بإكمال مشروع ضخم للري كان أسلافه قد شرعوا فيه، وبذلك أضاف ١٥٣,٦٠٠ فدانًا من الأراضي للزراعة. وتضمن نظامه للري مستنقعات للصرف وبناء قناة لاستيعاب المياه الزائدة عن الحاجة. كما استغل أمنحعت أيضًا موارد صحراء سيناء، وبخاصة مناجم الفيروز بها. وكان عهده آخر عهد طويل في الأسرة الثانية عشرة وأكثرها ازدهارًا .

أنارخاريس الإسكيذي (Anarcharis of Scythia) عاش حوالي ٥٩٢ ق.م.

مخترع إسكيذي يُنسب إليه ابتكار أول مرساة للسفن. وبالرغم من أن الإسكيذيين كانت مستوطناتهم على سواحل البحر الأسود إلا أنهم لا يمكن اعتبارهم من الشعوب مرتادي البحار. وكذلك لم تكن حضارتهم متقدمة بشكل خاص بالمقارنة مع حضارات جيرانهم في بلاد اليونان وآسيا الصغرى، وهذه الحقائق تجعل من إنجاز أنارخاريس أكثر روعة.

أنتيميوس الترالياني (Anthemius of Tralles) اشتهر ٥٣٢-٥٣٧

معماري ومهندس ورياضياتي بيزنطي كان مسئولاً، بالمشاركة مع إيزيدوروس المليتي، عن بناء أيا صوفيا في القسطنطينية. كما كتب أنتيميوس مقالات عن الخواص البؤرية لمرايا القطع المكافئ، وعن احتمالات استخدام المرايا الحارقة في الأغراض العسكرية.

بركليس ٤٩٥-٤٢٩ ق.م.

سياسى إغريقى قاد أثينا إلى عصرها الذهبى الديمقراطى والثقافى، وأمر ببناء البارثينون والأكروبوليس. صعد بركليس إلى قمة السلطة كزعيم لحزب أثينا الديمقراطى فى ٤٦١ ق.م. وبعد أن توصلت الدول-المدن الإغريقية إلى هدنة بينها فى ٤٥١ ق.م. بعد أن كانت متناحرة، عمل بركليس على أن يضمن لأثينا مكانة الصدارة الثقافية والسياسية. فدعا إلى برنامج مكثف للبناء شمل إعادة بناء المعابد التى خربها الفرس، فأقيم الأكروبوليس والبارثينون الرائعين. وفيما بعد، وسع نطاق المستوطنات الأثينية لكى تستوعب أعداد السكان المتزايدة، وشيد حائطًا طويلاً ثالثًا لحماية أثينا وميناء بيريه. وفى أخريات ثلاثينيات القرن الخامس ق.م. انتهى السلام مع اسبرطه الذى كانت مدته ثلاثون سنة، فأمر بركليس بتهجير سكان الريف ودعاهم للإقامة داخل أسوار مدينة أثينا. فازدحمت المدينة بسكانها مما أدى إلى انتشار الطاعون الذى قضى على ما يربو على ثلث سكان المدينة. وأصيب بركليس نفسه بالطاعون ومات فى ٤٢٩ ق.م.

بريسيان (Priscian) اشتهر ح ٥٠٠م

نحوى بيزنطى تضمنت أعماله قصيدة طويلة تتناول الموازين والمقاييس الرومانية. وكذلك كانت كتبه عن النحو اللاتينى ذات أهمية تاريخية، فقد تضمنت اقتباسات من أقوال مفكرين إغريق ورومان بارزين - ولولا كتاباته عنها لضاعت إلى الأبد. وصار كتابه "قواعد النحو" الكتاب التقليدى للنحو فى العصور الوسطى.

بليني الأصغر ح ٦١-ح ١١٣ م

عالم وموظف رومانى أوضحت خطاباته المنشورة أوجه الحياة أثناء الإمبراطورية الرومانية. وبعد أن مات أبوه تبناه عمه بلينى الأكبر. وبدأ يمارس القانون فى سن ١٨

سنة، وفى النهاية شغل عدة وظائف إدارية منها بريتور (قاضٍ) وقنصل وضابط فى الجيش ومجلس الشيوخ ورئيس لمجلس صرف المجارى فى روما. جمع بلينى الأصغر مراسلاته ونشرها فى تسعة مجلدات فيما بين ١٠٠ و١٠٩م، وأوضح بها تفاصيل الحياة الاجتماعية والسياسية فى الإمبراطورية الرومانية.

تاى تسونج ٥٩٩-٦٤٩م

إمبراطور صينى شارك فى تأسيس أسرة تانج، واشتهر بإصلاحاته فى الزراعة ومجالات أخرى فى الحياة الصينية. ولد باسم لى شيه-مين سنة ٦٢٦ واغتصب العرش من والده كاو تزو أول إمبراطور لأسرة تانج (حكم ٦١٨-٦٢٦م). وبعد استيلائه على العرش وسع حدود الصين وأصلح الجهاز الإدارى وأعاد توزيع الأراضى وكان راعيًا للفنون والعلوم. وفى عهده أصبحت الصين واحدة من أفضل الأمم المحكومة كفاءة فى العالم، وازدهرت الفنون والعلوم.

تاو يو ح ٦٠٨- ح ٦٧٦م

صينى شبه أسطورى اخترع الخزف الصينى (البورسلين). ويقال أن تاو يو قد ولد بالقرب من نهر يانجتزى، فأضاف "صلصال النهر الأبيض" (الكاولين) إلى مكونات أخرى وبذلك اخترع البورسلين. وكان يبيع اختراعه فى العاصمة تشانج-آن أو زيان، بوصفه "حجر يشم اصطناعى".

تساى لون ٥٠-١٢١م

موظف صينى يُنسب إليه اختراع الورق. ففى سنة ١٠٥ اقترح تساى لون، وهو خَصِىّ فى بلاط إمبراطور أسرة هان، صناعة الورق من لباب الأشجار وقصاصات

القنب وخرق القماش وشبك الصيد القديم. ولم يكن ذلك أقل تكلفة بكثير من الحرير الذى كان المادة الرئيسية لكتابة الوثائق آنذاك فحسب، وإنما كانت المادة الجديدة أكثر مناسبة للكتابة. (يضاف إلى ذلك أن تساى لون، فى إجراء سبق زمانه بحوالى ١٩٠٠ سنة، ابتدع طريقة لإعادة تدوير النفايات). وكمكافأة له على إنجازه منحه الإمبراطور لقب مركيز فى سنة ١١٤.

جوديا ٢١٤١-٢١٢٢ ق.م.

حاكم من بلاد الرافدين اشتهر ببنائه للمعابد ورعايته للفنون. وكحاكم أو "إنسى" (ensi) حكم جوديا لاجاش الدولة-المدينة السومرية المتأخرة، ونَعِم بعصر ذهبى من السلام والازدهار بالرغم من هجوم متكرر من الجوتيين من سكان الجبال فى الشمال. وطبقًا لعديد من التماثيل التى تعود إلى عهده وإلى نقوش متعددة، يبدو أن جوديا قام بحملة موسعة للبناء. ولما كان غالبية المعمار السومرى مصنوعًا من الطوب النيِّئ أو الصلصال وليس من الأحجار فقد اختفت الأبنية منذ أمد بعيد؛ ولكن المؤرخين لاحظوا شواهد تدل على تأثير جوديا على الحياة الدينية للمنطقة.

جوفينال (Juvenal) ح ٥٥- ح ١٢٧م

شاعر ساخر رومانى أعطى فى قصيدته "فى مدينة روما" تفاصيل ثرية وكاشفة عن الحياة اليومية فى روما. وتبدو المدينة، فى أعين صديق يغادرها بحثًا عن حياة أكثر بساطة فى الريف، تبدو مكانًا صاخبًا يموج بالحياة ويتسم بالخطورة. وتصف القصيدة، بين ما تصف من أشياء، "عربات تصدر ضجيجًا أثناء مرورها فى الشوارع الملتوية"؛ وعربات غير ثابتة تحمل أشجارًا وقطعًا ضخمة من الرخام؛ وبلاطات أسقف مفكوكة وأوانى راشحة قد تسقط من النوافذ. ويلحظ القاصُّ "موكبًا طويلاً من الخدم والمصابيح المشتعلة" بينما هو يتجه إلى منزله الذى تضيئه شمعة (وهى علامة على

الثراء). وفيما بعد يعلق باستخفاف بأن "الحديد يستخدم عامة فى صناعة القيود لدرجة أننا نعانى من نقص المحاريث".

حمورابى اشتهر حوالي القرن الثامن عشر ق.م.

إمبراطور بابل وصانع أول قوانين مدنية وجنائية معروفة. حرر بابل من عيلام وحولها إلى إمبراطورية قوية بغزو الأراضى المجاورة. وإضافة إلى كونه محاربًا مقتدرًا، كان حمورابى إداريًا كُفئًا، وبنى مدنًا ومعابد وقنوات وشجع على التقدم فى الزراعة. واكتُشِف نظامه القضائى، قانون حمورابى، سنة ١٩٠١م، منقوشًا على أطلال أثر من الآثار.

خوفو (كيوبس) ٢٥٥١-٢٥٢٨ ق.م.

فرعون مصرى من الأسرة الرابعة (ح ٢٥٧٥-ح ٢٤٦٥ ق.م.) بنى الهرم الأكبر فى الجيزة. وكان هذا الهرم، وهو أضخم بناء بناه فرعون مصرى، جزءًا من مجمع جنائزى تضمن معبدًا جنائزيًا، ومعبدًا للوادى، وممرًا وسبع حفر لقوارب، وهرمًا تابعًا، وثلاثة أهرامات لثلاث من زوجات الملك. وبلغ سلطان خوفو مبلغًا مكنه من أن يحشد ما يقرب من ٢٠.٠٠٠ عامل سنويًا مع إعاشتهم طوال مدة حكمه ليعملوا فى مجمع هرمه.

ديونيسيوس الأكبر (Dionysius the Elder) ح ٤٣٠-٣٦٧ ق.م.

طاغية سيراكيوز الإغريقى ساهم فى إحكام السيطرة الهللينستية فى صقليه وجنوبى إيطاليا وصنع أول منجنيق للأغراض الحربية. وصل ديونيسيوس إلى قمة

السلطة كطاغية فى ٤٠٥ ق.م.، بعد أن وضح تميزه فى القتال بين الإغريق والقرطاجنيين سكان شمال إفريقيا. وفى ٣٩٩ ق.م.، وأثناء الاستعدادات لمعركة أخرى مع القرطاجنيين، دعا ديونيسيوس بعض الحِرفيين الأغارقة لمساعدته فى ابتكار أسلحة جديدة. ونتج عن عملهم ابتكار سفن أقوى هى "خماسية المجاديف"، وكان بها أربعة أو خمسة صفوف من المجاديف بدلاً من الصفوف الثلاثة السابقة، كما نتج أيضًا أول منجنيق – وهى آلات قادرة على قذف أشياء بقوة قاتلة. ومكنت هذه المخترعات ديونيسيوس من الانتصار على القرطاجنيين فى معركتين، أولهما فى ٣٩٦ ق.م. والثانية فى ٣٩٢ ق.م. وفى النهاية هُزم ديونيسيوس على يد قرطاجنه أثناء الحرب الثالثة (٣٨٣–ح ٣٧٥ ق.م.).

سكستوس جوليوس فرونتينوس (Sextus Julius Frontinus) (٣٥م –ح ١٠٣)

حاكم رومانى لبريطانيا، ومفوض المياه، ومؤلف كتاب عن تاريخ القنوات الرومانية وتفاصيلها الفنية. فى ٧٥م حل فرونتينوس محل بتيليوس سيرياليس (Petillius Cerealis) كحاكم لبريطانيا. وبعدها بحوالى ٢٢ سنة عُين مشرفًا عاما على القنوات فى روما. وفى كتابه "ما يتعلق بمياه مدينة روما" (De aquis urbis Romae) تناول تاريخ القنوات وصيانتها ومتطلباتها. كما كتب أيضًا كتابًا عن الاستراتيجيات الحربية بعنوان Strategematicon libri iii.

سليمان حكم ح ٩٦٢–٩٢٢ ق.م.

ملك إسرائيل الذى بنى استحكامات كبيرة، وقصورًا ومعبدًا عامًا فى أورشليم. وذكرت التوراة كثيرًا من التفاصيل الفنية لمنشآته المختلفة، وبخاصة المعابد (ملوك ١: ٥–٧). كان فى الثامنة عشرة من عمره عندما تولى الملك بعد موت والده الملك داود، وحكم لمدة ٤٠ سنة. ويعتبر فيلسوفًا وشاعرًا واشتهر بحكمته وعدله.

سنوسرت الثالث (سيزوستريس) ١٨٧٨-١٨٤٣ ق.م.

فرعون مصرى من الأسرة الثانية عشر حكم من ١٨٣٦ إلى ١٨١٨ ق.م. طور سنوسرت الحكومة المركزية وقَوَّاها وأمَّن حدود مصر الجنوبية ببنائه لسلسلة من القلاع على الحدود النوبية. قَسَّم سنوسرت مصر إلى مقاطعات إدارية يرأس كل منها وزير، وهو إصلاح لنظام الحكومة المركزية بلغ من كفاءته أنه دام لما يزيد على قرن. وكانت القلاع الإحدى عشرة التى شيدها فى النوبة موزعة بطريقة استراتيجية لحماية الحدود وتنظيم التجارة.

شيه لو. اشتهر ح ٢١٩ ق.م.

مهندس صينى وضع تصميم القناة المعجزة وهى واحدة من أوائل الممرات المائية الداخلية فى الصين. وبعد اكتمالها فى ٢١٩ ق.م. أصبحت القناة واحدة من المشاريع العديدة التى نُفذت فى عهد أسرة تشين (٢٢١-٢٠٧ ق.م.) التى كان بناء سور الصين العظيم أعظم إنجازاتها. ورغم أن طولها لم يتجاوز ٣٢ كيلومترًا إلا أنها بربطها بين نهرى يانجتزى وكان أتاحت للسفن أن تبحر من كانتون فى الجنوب إلى مستوى مدينة بيجينج الحديثة فى الشمال.

فيرجيل (بوبليوس فيرجيليوس مارو) (Virgil (Publius Vergilius Maro ٧٠-١٩ ق.م.

أشهر شاعر رومانى فى زمانه. ولد فى مانتوا، وكتب، من بين أعمال أخرى، عن الزراعة فى عمله "حول الزراعة" (Georgics) . ونُشرت هذه القصيدة التعليمية، التى كتبها فى شعر سداسى التفاعيل، فى ٢٩ ق.م. فى أربعة كتب. وشاع الاستشهاد بها بين الكتاب الكلاسيكيين، وأشاد الكاتب الرومانى كوليوملا الخبير فى الشئون الزراعية

بفيرجيل بسببها؛ غير أن القصيدة اشتهرت بسبب قيمتها الأدبية أكثر من استخداماتها كدليل للزراع.

فيليب الثانى المقدونى ٣٨١-٣٣٦ ق.م.

تمكن فيليب من تشكيل "الكتيبة العميقة"، وأدخل الرمح الطويل (٥.٥ متر)، وزاد من سرعة تحركات جيشه بتخفيف أمتعته. كما عدل من تكتيكات القتال بجعله وحدات الخيالة تقاتل فى تعاون وثيق مع وحدات المشاة. ونتيجة لذلك أخضع فيليب إلليريا وتراقيا وأصبح قائدًا عاما على بلاد اليونان. واغتيل فيليب قبل أن يشرع فى غزو بلاد فارس.

كو يو ؟ اشتهر فى القرن الأول ق.م.

مخترع صينى شبه أسطورى يُنسب إليه ابتكار العربة اليدوية. وطبقًا لما جاء فى أحد المتون القديمة، "بنى كو يو ماعزًا خشبيًا وركبه وصعد عليه إلى الجبال". وفى الحقيقة، كان ذلك نوعًا من الشفرة قُصد بها أن تخفى حقيقة الاختراع، فقد كانت من الأهمية لنقل السلاح والمؤن لجيوش أسرة هان بحيث أبقت تصميمه سرًا. وبمرور الوقت أصبحت عربة اليد تُعرف فى الصين باسم "الثور الحديدى".

لو بان ؟ القرن الخامس ق.م.

مخترع صينى يُنسب إليه صنع أول طائرة ورقية. عاش لو بان فى وقت ما بين القرن السادس ق.م.، والقرن الرابع ق.م. وتصفه بعض المصادر بأنه كان معاصرًا لكونفوشيوس (٥٥١-٤٧٩ ق.م.)، وعُرف باسم " لو الميكانيكى"، ويشاع أنه صنع طائرة شراعية من الخيزران على شكل الغراب، ثم أصبح أول شخص يُطَيِّر طائرة ورقية.

لوسيوس جونيوس موديراتوس كوليوملا (Lucius Junius Moderatus Columella)
اشتهر فى القرن الأول م

كاتب رومانى فى الشئون الزراعية. ولد فى قادش بإسبانيا، وكتب، من بين ما كتب، مقالات تتناول الزراعة الرومانية. وأشهر أعماله فى هذا المجال هو "حول الزراعة" (De Re Rustica). وقد بقيت كل الكتب الاثنى عشر من هذا الدليل الزراعى وتتناول معالجة مسهبة ومنهجية للموضوع، وبخاصة ما يتعلق بزراعة الكروم. كما يستحق الكتاب الإشادة به لأسلوبه الأدبى الرفيع. ولما كان كوليوملا يمتلك مزارع عديدة فقد ضَمَّن الكتاب خبراته إضافة إلى خبرات آخرين من خبراء العصر الكلاسيكى .

ما تشون اشتهر ح ٢٦٠ م

كيميائى صينى ابتكر بوصلة مبكرة. وباستخدام تروس تفاضلية ابتكر ما تشون ما أسماه "العربة التى تشير إلى الجنوب". وربما كان تصميم بوصلته مشابهًا للبوصلات التى استمر استخدامها فى المجتمعات الصينية فى فن قراءة البخت (feng shui)، وهى ملعقة مصنوعة من حجر المغنطيس أو خام الماجنتيت وموضوعة على طبق من البرونز منقوش عليه رموز تشير إلى اتجاهات الأبراج المختلفة. ويشى الاسم بالخطأ الذى وقع فيه الكيميائى الصينى عندما ظن أن بعض أنواع المعادن تجعل البوصلة تشير إلى الجنوب.

منج تيين اشتهر ٢٢٠ ق.م.

قائد عسكرى صينى أشرف على بناء سور الصين العظيم. أوْكَل شيه هوانج-تى، أول إمبراطور من أسرة تشين، إلى قائده منج تيين مهمة الإشراف على

بناء تحصينات طولها ٤٨٢٨ كيلومتراً بهدف الدفاع عن شمال الصين ضد قبائل الرحل الآسيوية. بدأ منج البناء سنة ٢٢١ ق.م.، مستخدمًا فى ذلك ٣٠.٠٠٠ رجل. ويقال إن الجزء الذى كان منج مسئولاً عنه استغرق بناؤه عشر سنوات، ولكن السور لم يكتمل إلا فى عهد أسرة منج حوالى سنة ١٥٠٠م. ويُنسب إلى منج كذلك اختراع الـ "تشنج" وهو نوع من البيان القيثارى (هابسيكورد)، وأيضًا اختراع قلم مصنوع من الشعر.

مو تزو ح ٤٧٠-ح ٣٩١ ق.م.

فيلسوف صينى يُعرف أيضًا باسم مو تى، اخترع ما يمكن أن يكون أقدم آلة تصوير. ففى حوالى ٤٠٠ ق.م. راقب مو تزو أشعة الضوء المارة من ثقب صغير فى غرفة تامة الإظلام ولاحظ أنها تعطى صورة مقلوبة تمامًا للشيء. وبعد أكثر من ٢٢٠٠ سنة، استُخدمت هذه القاعدة فى ابتكار آلة التصوير.

وو-تى ١٥٦-٨٧ ق.م.

إمبراطور صينى من أسرة هان اشتهر بإصلاحاته وتوسيع الإمبراطورية. قضى وو-تى على قوة النبلاء وأحل محلها موظفين يتبعون العقيدة الكونفوشيوسية، ورسخ نظامًا للامتحانات (تقنن حوالى سنة ٦٠٠ ق.م.) بقى قيد الاستخدام حتى الأزمنة الحديثة. كما أصدر أيضًا نوعًا مبكرًا من الأوراق النقدية، وفى ١٣٨ ق.م. أرسل مبعوثًا يدعى تشانج تشين (ح ١١٤ ق.م.) فى مهمة دبلوماسية فى اتجاه الغرب أسفرت عن أول اتصال بين الصين والحضارات الخارجية. وكنتيجة لتعرف الصين على أواسط آسيا فُتن وو-تى بخيول المنطقة التى كانت تسمى "الخيول السماوية" وتم إحضارها إلى الصين وتربيتها هناك.

سـجـل بالمراجع الأولـيـة

جوفينال. "فى مدينة روما". القرن الثانى م. تفاصيل ثرية وكاشفة عن الحياة اليومية فى روما. وتبدو المدينة، فى أعين صديق يغادرها بحثًا عن حياة أكثر بساطة فى الريف، تبدو مكانًا صاخبًا يموج بالحياة ويتسم بالخطورة. وتصف القصيدة، بين ما تصف من أشياء، "عربات تصدر ضجيجًا أثناء مرورها فى الشوارع الملتوية"؛ وعربات غير ثابتة تحمل أشجارًا وقطعًا ضخمة من الرخام؛ وبلاطات أسقف مفكوكة وأوانى راشحة قد تسقط من النوافذ.

فيلون البيزنطى. "الميكانيكا"، القرن الثالث ق.م. مجموعة هامة من الكتابات تتناول التقنيات القديمة، وبخاصة الأجهزة الحربية مثل معدات الحصار والقلاع، وفن الدفاع عن المدن ومحاصرتها. ويتكون من تسعة أجزاء، تلخص فى مجملها الكثير من معارف العالم عن تنوع من الأجهزة والتقنيات فى زمن فيلون.

فيتروفيوس. "المعمار"، القرن الأول ق.م. يعتبر أول محاولة لدراسة مسهبة لفن العمارة. ويحوى هذا الدليل مناقشات لطرق البناء ومواده، وكذلك يحوى جهدًا لوضع فن العمارة داخل الإطار الأكبر للفنون الحرة. ورغم أن تأثيره على العمارة الرومانية اللاحقة كان محدودًا إلا أن "المعمار" شاعت قراءته فى عصر النهضة وصار من الأعمال المرجعية للمعمار الكلاسيكي.

جوش لاور (JOSH LAUER)

كاسيودوروس. "قواعد الأدب الدينى والعلمانى" (Institutiones divinarum et sae-culiarium litterarum)، القرن السادس م. نظرة شاملة جامعة للفنون الحرة وقتئذ. ويبدو أنه كُتب كدليل للتعليم. ويتناول الفصل الأول دراسة النصوص المقدسة، بينما الجزء الثانى موسوعة. وكان الجزء الأخير شائع القراءة فى العصور الوسطى، وكان تصميمه هادياً للأعمال الموسوعية لعدة قرون.

ملحمة جلجامش. قطعة مهمة من الأدب السومرى حُفظت فى شظايا بالكتابة المسمارية. وهى تشمل قصة طوفان قديم يشبه ذلك الوارد فى التوراة، كما تحوى أساطير أخرى مماثلة للأساطير الإغريقية.

هيرو السكندرى. "علم خواص الهواء". حوالى القرن الأول م. يتضمن التصميم الذى وضعه هيرو لآلة الـ"إيوليبيل"، التى اخترعها، ويعتبرها الكثيرون أول آلة تعمل بالبخار. ووصف فى الكتاب كذلك السيفونات والنوافير وآلة تعمل بقطع النقود وآلة للنيران وغير ذلك من أجهزة تعمل بالبخار.

المراجع العامة

Books

Agassi, Joseph. *The Continuing Revolution: A History of Physics from the Greeks to Einstein.* New York: McGraw-Hill, 1968.

Asimov, Isaac. *Adding a Dimension: Seventeen Essays on the History of Science.* Garden City, NY: Doubleday, 1964.

Benson, Don S. *Man and the Wheel.* London: Priory Press, 1973.

Bootstin, Daniel J. *The Discoverers.* New York: Random House, 1983.

Bowler, Peter J. *The Norton History of the Environmental Sciences.* New York: W. W. Norton, 1993.

Brock, W. H. *The Norton History of Chemistry.* New York: W. W. Norton, 1993.

Bruno, Leonard C. *Science and Technology Firsts.* Edited by Donna Olendorf, guest foreword by Daniel J. Boorstin. Detroit: Gale, 1997.

Bud, Robert, and Deborah Jean Warner, editors. *Instruments of Science: An Historical Encyclopedia.* New York: Garland, 1998.

Bynum, W. F., et al., editors. *Dictionary of the History of Science.* Princeton, NJ: Princeton University Press, 1981.

Carnegie Library of Pittsburgh. *Science and Technology Desk Reference: 1,500 Frequently Asked or Difficult-to-Answer Questions.* Detroit: Gale, 1993.

Crone, G. R. *Man the Explorer.* London: Priory Press, 1973.

De Camp, L. Sprague. *The Ancient Engineers.* Cambridge, MA: MIT Press, 1963.

De Groot, Jean. *Aristotle and Philoponus on Light.* New York: Garland, 1991.

Ellis, Keith *Man and Measurement.* London: Priory Press, 1973.

Gershenson, Daniel E., and Daniel A. Greenberg. *Anaxagoras and the Birth of Scientific Method.* Introduction by Ernest Nagel. New York: Blaisdell Publishing Company, 1964.

Gibbs, Sharon L. *Greek and Roman Sundials.* New Haven, CT: Yale University Press, 1976.

Good, Gregory A., editor. *Sciences of the Earth: An Encyclopedia of Events, People, and Phenomena.* New York: Garland, 1998.

Grattan-Guiness, Ivor. *The Norton History of the Mathematical Sciences: The Rainbow of Mathematics.* New York: W. W. Norton, 1998.

Gregor, Arthur S. *A Short History of Science: Man's Conquest of Nature from Ancient Times to the Atomic Age.* New York: Macmillan, 1963.

Gullberg, Jan. *Mathematics: From the Birth of Numbers.* Technical illustrations by Pär Gullberg. New York: W. W. Norton, 1997.

Hellemans, Alexander, and Bryan Bunch. *The Timetables of Science: A Chronology of the Most Important People and Events in the History of Science.* New York: Simon and Schuster, 1988.

Hellyer, Brian. *Man the Timekeeper.* London: Priory Press, 1974.

Hodge, M. J. S. *Origins and Species: A Study of the Historical Sources of Darwinism and the Contexts of Some Other Accounts of Organic Diversity from Plato and Aristotle On.* New York: Garland, 1991.

Holmes, Edward, and Christopher Maynard. *Great Men of Science.* Edited by Jennifer L. Justice. New York: Warwick Press, 1979.

Hoskin, Michael. *The Cambridge Illustrated History of Astronomy.* New York: Cambridge Universit Press, 1997.

Lankford, John, editor. *History of Astronomy: An Encyclopedia.* New York: Garland, 1997.

Lewes, George Henry. *Aristotle: A Chapter from the History of Science, Including Analyses of Aristotle's Scientific Writings.* London: Smith, Elder, and Co., 1864.

Mayr, Otto, editor. *Philosophers and Machines.* New York: Science History Publications, 1976.

McGrath, Kimberley, editor. World of Scientific Discovery. 2nd ed. Detroit: Gale, 1999.

Mueller, Ian. *Coping with Mathematics: The Greek Way.* Chicago, IL: Morris Fishbein Center for the Study of the History of Science and Medicine, 1980.

Multhauf, Robert P. *The Origins of Chemistry.* New York: F. Watts, 1967.

Porter, Roy. *The Cambridge Illustrated History of Medicine.* New York: Cambridge University Press, 1996.

Sarton, George. *Hellenistic Science and Culture in the Last Three Centuries B.C.* New York: Dover Publications, 1993.

Sarton, George. *Introduction to the History of Science.* Huntington, NY: R. E. Krieger Publishing Company, 1975.

Singer, Charles. *Greek Biology and Greek Medicine.* New York: AMS Press, 1979.

Smith, Roger. *The Norton History of the Human Sciences.* New York: W. W. Norton, 1997.

Smith, Wesley D. *The Hippocratic Tradition.* Ithaca, NY: Cornell University Press, 1979.

Spangenburg, Ray. *The History of Science from the Ancient Greeks to the Scientific Revolution.* New York: Facts on File, 1993.

Stiffler, Lee Ann. *Science Rediscovered: A Daily Chronicle of Highlights in the History of Science.* Durham, NC: Carolina Academic Press, 1995.

Swerdlow, N. M. *Ancient Astronomy and Celestial Divination.* Cambridge, MA: MIT Press, 1999.

Temkin, Owsei. *Galenism: Rise and Decline of a Medical Philosophy.* Ithaca, NY: Cornell University Press, 1973.

Travers, Bridget, editor. *The Gale Encyclopedia of Science.* Detroit: Gale, 1996.

Whitehead, Alfred North. *Science and the Modern World: Lowell Lectures, 1925.* New York: The Free Press, 1953.

Young, Robyn V., editor. *Notable Mathematicians From Ancient Times to the Present.* Detroit Gale, 1998.

JUDSON KNIGHT

المساهمون فى سطور :

أمى أكبرج – هاستنجز (Amy Ackerberg - Hastings) باحثة مستقلة.

مارك هـ. ألنيو (Mark H. Allenbaugh) محاضر بجامعة جورج واشنطن .

جيمس أ. ألتينا (James A. Altena) جامعة شيكاخو .

بيتر ج. أندروز (Peter J. Andrews) كاتب مستقل .

كنيث إ. باربر (Kenneth E. Barber) أستاذ البيولوجيا بجامعة ولاية أوكلاهوما .

بوب باتشلور (Bob Batcheiar) عضو بالمؤسسة القانونية أرتر وهادن .

كاترين باتشلور (Hatherine Batchelor) باحثة وكاتبة مستقلة.

شيرى تشاسين كالفو (Sherri Chasin Calva) كاتبة مستقلة .

هـ.ج أيزنمان (H.J. Eisenman) أستاذ التاريخ بجامعة ميسورى – رولا .

إلين الغباشى (Ellen Eighobashi) كاتبة مستقلة .

ليندساى إيفانز (Lindsay Evans) كاتب مستقل .

لورين بتلر ففر (Loren Butler Feffer) باحث مستقل .

راندولف فيلمور (Randoiph Fillmaore) كاتب علوم مستقل .

ريتشارد فيتزجيرالد (Richard Fizgerald) كاتب مستقل .

موراس . فلانرى (Maura C. Flannery) أستاذ البيولوجيا بجامعة سانت جون بنيويورك .

دونالد ر. فرانشتى (Donald R. Franceschetti) أستاذ متميز للفيزياء والكيمياء بجامعة ممفيس .

ديان ك. هوكينز (Diane K. Hawkins) مدير العلوم بجامعة سانت جونز بنيويورك .

روبرت هندريك (Robert Hendrick) أستاذ التاريخ بجامعة سانت جونز بنيويورك.

جيمس ج. هوفمان (Hames J. Hoffmann) كلية وادى ديابلو .

لزلى هتشينسون (Leslie Hutchinson) كاتب مستقل .

جوزيف ب. هايدر (Joseph P. Hyder) مراسل علمى تاريخ الرياضيات والعلوم .

ب. أندرو كرم (P. Andrew Karam) قسم طب البيئة بجامعة روتشستر .

إيفلين ب. كيلى (Evylin B. Kelly) أستاذ التربية بجامعة سانت ليو بفلوريدا .

جدسون نايت (Judson Knight) كاتب مستقل .

ليندال لانداور (Lyndall Landaur) أستاذ التاريخ بكلية ليك تاهو كوميونيتى .

جوش لاور (Josh Lauer) محرر وكاتب . رئيس مؤسسة لاور للمعلومات .

أدرين ويلموث ليرنر (Adrienne Wilmoth Lerner) قسم التاريخ بجامعة فاندريلت.

برندا ويلموث ليرنر (Brenda Wiimoth Lener) مراسل علمى .

ك. لى ليرنر (K. Lee Lerner) أستاذ متفرغ للبحث بمعهد العلوم كلية شو .

إريك ف. دى لوفت (Eric V.d. Luft) أمين متحف التاريخ بجامعة ولاية نيويورك العليا .

لويز ن. ماجنر (Lois N. Magnet) أستاذة متفرغة بجامعة بيردو .

آن ت. ماسدن (Ann T. Marsden) كاتبة مستقلة .

كيلا سلانيتش (Kyla Masianiec) كاتبة مستقلة.

وليم مكبيك (William McPeak) باحث مستقل معهد الدراسات التاريخية سان فرانسيسكو .

دنكان ج. ملفيل (Duncan J. Melville) أستاذ الرياضيات المشارك جامعة سانت لورنس .

ساره س. ملفيل (Sarah C. Melville) أستاذة مساعدة زائرة جامعة سانت لورنس.

إديث برنتيس منديز (Edith Prentce Mendez) أستاذة مساعدة للرياضيات جامعة سونوما الحكومية .

ليزلى ميرتز (Leslie Mertz) بيولوجى وكاتب علوم مستقل .

ج. وليم مونكرف (J. William Mchcrief) أستاذ الكيمياء بكلية ليون .

ستاسى ر. مرى (Stacey R. Murray) كاتب مستقل .

ليزا نوكس (Lisa Nocks) مؤرخة للعلوم والحضارات .

ستيفن د. نورتون (Stephen D. Norton) لجنة تاريخ وفلسفة العلوم جامعة ماريلاند .

نيل شلاجر (Neil Schiager) محرر وكاتب ورئيس مجموعة شلاجر .

جارى س. ستودت (Gary S. Stoudt) أستاذ الرياضيات جامعة إنديانا فى بنسلفانيا .

دين سوينفورد (Dean Swinford) طالب دكتوراه بجامعة فلوريدا .

لانا تومبسون (Lana Thompson) كاتبة مستقلة .

تود تيمونز (Todd Timmons) قسم الرياضيات كلية وستارك .

فيليبا تكر (Philippa Tucker) طالبة دراسات عليا جامعة فيكتوريا فى ولنجتون بنيوزيلاندا .

دافيد تلوك (David Tulloch) خريج جامعة فيكتوريا فى ولنجتون بنيوزيلاندا .

ستيفانى واتسون (Stephanie Watson) كاتبة مستقلة .

جيزل فايس (Giselle Weiss) كاتبة مستقلة .

مايكل ت. يانسى (Michael Tancey) كاتب مستقل .

المترجم فى سطور:

أيمن توفيق

أستاذ متفرغ بكلية طب البنين - جامعة الأزهر .

ولد فى القاهرة سنة ١٩٢٧.

من مؤلفاته وترجماته :

"تاريخ الجراحة منذ أقدم العصور" ، مؤلف إصدار الهيئة المصرية العامة للكتاب فى ٢٠٠٩ .

"شبح الملك ليوبولد"، مترجم، إصدار المركز القومى للترجمة ، ٢٠٠٩.

"رومانسية العلم"، مترجم ، إصدار دار سطور الجديدة ، ٢٠٠٩.

"الأمراض المعدية وعلاجاتها"، مترجم ، إصدار دار سطور الجديدة ، ٢٠١٠.

"تاريخ الأحداث الكبرى"، مترجم ، إصدار المركز القومى للترجمة، ٢٠١٠.

التصحيح اللغوى: محمد الشربينى
الإشـراف الفنى: حســن كـامــل